

Ari Harnanto
Ruminten

KIMIA



1

UNTUK SMA/MA KELAS X



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Ari Harnanto
Ruminten

Kimia 1

Untuk SMA/MA Kelas X



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional

Dilindungi oleh Undang-undang

Kimia 1

Untuk SMA/MA Kelas X

Disusun oleh:

Ari Harnanto

Ruminten

Editor : **Endang S.W.**

Setting : **Lestari**

Layout : **Gurdiono, dkk.**

Ilustrasi : **Tesa**

Cover : **Picxel**

540.7

ARI
k

ARI Harnanto

Kimia 1 : Untuk SMA/MA Kelas X / disusun Oleh Ari Harnanto, Ruminten ;
editor, Endang S.W. ; ilustrasi, Tesa. — Jakarta : Pusat Perbukuan,
Departemen Pendidikan Nasional, 2009..
v, 194 hlm. : illus ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 185

Indeks

ISBN 979-979-068-179-8 (No. Jilid Lengkap)

ISBN 979-979-068-181-1

1. Kimia-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Ruminten
III. Endang S.W IV. Tesa

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit **SETI-AJI**

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan

Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2009

Diperbanyak oleh

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

K I M I A

Kata Pengantar

Perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi dewasa ini merupakan tantangan bagi bangsa Indonesia dalam menghadapi era globalisasi, khususnya bagi para siswa dan guru. Oleh karena itu, diharapkan para siswa dan guru lebih giat dan tekun dalam belajar, salah satunya melalui sumber belajar yaitu buku-buku pelajaran yang relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi tersebut. Itulah perlunya buku Kimia Jilid 1, 2, dan 3 kami susun.

Buku ilmu kimia ini disusun dengan harapan dapat menjadi pelengkap bagi siswa dan guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar yang sesuai dengan metode yang terus dikembangkan oleh pemerintah saat ini.

Beberapa materi dalam buku ini disajikan dalam bentuk percobaan, hal ini dimaksudkan agar siswa dapat memperoleh pengertian yang lebih jelas serta memiliki keterampilan. Istilah-istilah yang digunakan dalam buku ini adalah istilah-istilah yang lazim digunakan dan disesuaikan dengan ketentuan-ketentuan dari IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*). Selain itu, pada bagian akhir setiap materi pokok bahasan atau bab disertai rangkuman dan uji kompetensi untuk mengetahui sejauh mana materi tersebut dapat dikuasai atau dituntaskan oleh setiap siswa.

Kami menyadari bahwa penyusunan buku ini masih perlu penyempurnaan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi perbaikan dan penyempurnaan buku ini.

Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan serta terwujudnya buku ini.

Penyusun

DAFTAR ISI



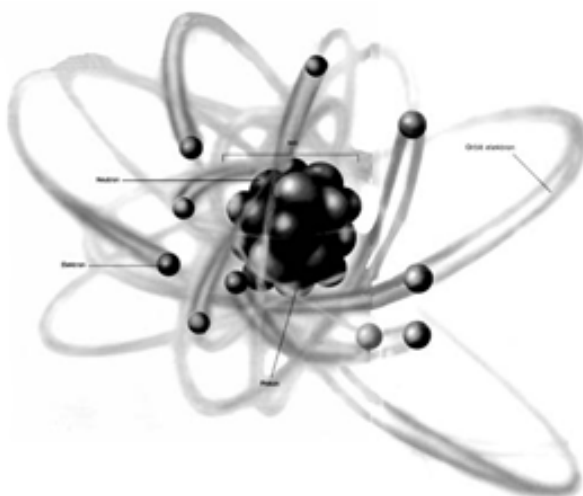
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Bab 1 Struktur Atom	1
A. Perkembangan Teori Atom	3
B. Lambang Unsur	8
C. Isotop, Isobar, dan Isoton	10
Uji Kompetensi	13
Bab 2 Sistem Periodik Unsur	19
A. Perkembangan Sistem Periodik Unsur	21
B. Konfigurasi Elektron	26
C. Sifat Periodik Unsur	29
Uji Kompetensi	35
Bab 3 Ikatan Kimia	43
A. Ikatan Ion	45
B. Ikatan Kovalen	47
C. Ikatan Logam	51
Uji Kompetensi	53
Bab 4 Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi	59
A. Tata Nama Senyawa	60
B. Persamaan Reaksi	65
Uji Kompetensi	68
Bab 5 Hukum-hukum Dasar Kimia	75
A. Hukum Kekekalan Massa (Lavoiser)	76
B. Hukum Perbandingan Tetap (Proust)	79

	C. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)	80
	D. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay-Lussac)	82
	Uji Kompetensi	84
Bab 6	Perhitungan Kimia	91
	A. Hipotesis Avogadro	92
	B. Mol	95
	C. Kadar zat	104
	D. Rumus Empiris dan Rumus Molekul	105
	E. Garam Hidrat	107
	Uji Kompetensi	109
Bab 7	Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit	117
	Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit	118
	Uji Kompetensi	124
Bab 8	Reaksi Oksidasi dan Reduksi	131
	A. Definisi Reaksi Oksidasi dan Reduksi	132
	B. Lumpur Aktif	138
	Uji Kompetensi	142
Bab 9	Hidrokarbon	149
	A. Kekhasan Atom Karbon	150
	B. Identifikasi Senyawa Karbon	151
	C. Alkana, Alkena, dan Alkuna	152
	D. Isomer	159
	Uji Kompetensi	161
Bab 10	Minyak Bumi	169
	A. Fraksi-fraksi Minyak Bumi (LNG, LPG, Petroleum, Eter, Bensin, Kerosin, Solar, Oli, Lilin, Aspal)	170
	B. Dampak Pembakaran Minyak Bumi	174
	Uji Kompetensi	177
	Glosarium	183
	Daftar Pustaka	185
	Kunci	186
	Lampiran	189
	Indeks	193



Bab 1

STRUKTUR ATOM



Gambar 1.1 Teori Atom Rutherford.
Sumber: *Ensiklopedia Iptek*

Pada pelajaran bab pertama ini akan dipelajari tentang perkembangan teori atom, notasi unsur, Isotop, isobar, dan isoton.

Bab 1

Struktur Atom

Tujuan Pembelajaran:

Setelah belajar materi ini kamu diharapkan mampu:

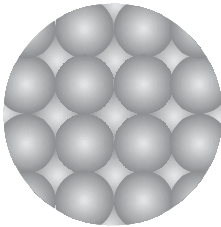
1. membandingkan perkembangan teori atom mulai dari teori atom Dalton sampai teori atom Niels Bohr.
2. menuliskan lambang unsur.
3. menjelaskan perbedaan isotop, isobar, dan isoton.

Konsep atom pertama kali dikemukakan oleh Democritus. Atom berasal dari kata *atomos* (dalam bahasa Yunani *a* = tidak, *tomos* = dibagi), jadi atom merupakan partikel yang sudah tidak dapat dibagi lagi. Menurut Dalton konsep atom Democritus ini tidak bertentangan dengan Hukum Kekekalan Massa dan Hukum Kekekalan Energi, sehingga Dalton membuat teori tentang atom yang salah satunya adalah materi tersusun atas partikel-partikel terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Tetapi konsep atom Dalton belum memuaskan para ilmuwan pada masa itu. Ditemukannya elektron, proton, neutron, dan radioaktivitas menyebabkan timbulnya teori baru tentang atom. Mulai dari teori atom Thomson, Rutherford, Bohr, dan Mekanika Kuantum.

Di kelas X akan dipelajari perkembangan teori atom dari teori atom Dalton sampai teori atom Bohr. Teori atom Mekanika Kuantum akan dipelajari di kelas XI.



A. Perkembangan Teori Atom



Gambar 1.2 Materi tersusun atas partikel-partikel terkecil yang disebut atom.

1. Teori Atom Dalton

Berdasarkan pemikiran bahwa konsep atom Democritus sesuai dengan Hukum Kekekalan Massa (berbunyi: *massa zat sebelum dan sesudah reaksi sama*) dan Hukum Perbandingan Tetap (berbunyi: *perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap dan tertentu*), maka John Dalton tahun 1803 merumuskan teori atom sebagai berikut.

- Materi tersusun atas partikel-partikel terkecil yang disebut atom.
- Atom-atom penyusun unsur bersifat identik (sama dan sejenis).
- Atom suatu unsur tidak dapat diubah menjadi atom unsur lain.
- Senyawa tersusun atas 2 jenis atom atau lebih dengan perbandingan tetap dan tertentu.
- Pada reaksi kimia terjadi penataulangan atom-atom yang bereaksi. Reaksi kimia terjadi karena pemisahan atom-atom dalam senyawa untuk kemudian bergabung kembali membentuk senyawa baru.

Dalam perkembangannya tidak semua teori atom Dalton benar, karena pada tahun 1897 J.J. Thomson menemukan partikel bermuatan listrik negatif yang kemudian disebut elektron. Tahun 1886 Eugene Goldstein menemukan partikel bermuatan listrik positif yang kemudian disebut proton. Dan tahun 1932 James Chadwick berhasil menemukan neutron.

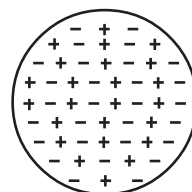
Salah satu hipotesis Dalton adalah reaksi kimia dapat terjadi karena penggabungan atom-atom atau pemisahan gabungan atom. Misalnya, logam natrium bersifat netral dan reaktif dengan air dan dapat menimbulkan ledakan. Jika logam natrium direaksikan dengan gas klorin yang bersifat racun dan berbau merangsang, maka akan dihasilkan

NaCl yang tidak reaktif terhadap air, tidak beracun, dan tidak berbau merangsang seperti logam natrium dan gas klorin.

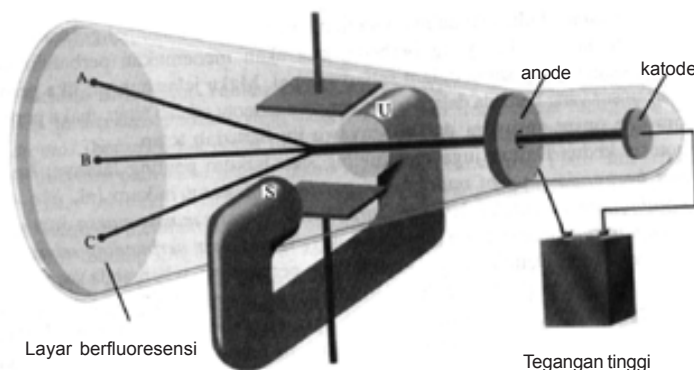
Karena ada banyak hal yang tidak dapat diterangkan oleh teori atom Dalton, maka para ilmuwan terdorong untuk melakukan penyelidikan lebih lanjut tentang rahasia atom.

2. Teori Atom Thomson

Setelah tahun 1897 Joseph John Thomson berhasil membuktikan dengan tabung sinar katode bahwa sinar katode adalah berkas partikel yang bermuatan negatif (berkas elektron) yang ada pada setiap materi maka tahun 1898 J.J. Thomson membuat suatu teori atom. Menurut Thomson, *atom berbentuk bulat di mana muatan listrik positif yang tersebar merata dalam atom dinetralkan oleh elektron-elektron yang berada di antara muatan positif*. Elektron-elektron dalam atom diumpamakan seperti butiran kismis dalam roti, maka Teori Atom Thomson juga sering dikenal Teori Atom Roti Kismis.

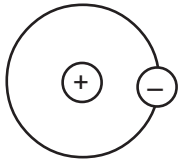


Gambar 1.3 Teori atom Thomson



Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*

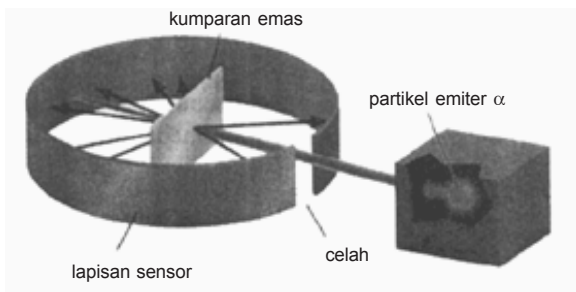
Gambar 1.4 Tabung sinar katode dengan medan listrik yang tegak lurus dengan arah sinar katode dan medan magnetik luar. Lambang U dan S menandakan kutub utara dan selatan magnet. Sinar katode akan menumbuk ujung tabung di A dengan adanya medan listrik, di C dengan adanya medan listrik, dan di B di mana tidak ada medan luar atau ketika pengaruh medan listrik dan medan magnetik saling menghilangkan.



Gambar 1.5 Teori atom Rutherford

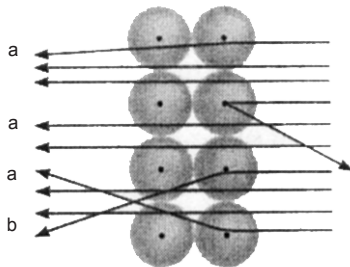
3. Teori Atom Rutherford

Pada tahun 1903 Philipp Lenard melalui percobaannya membuktikan bahwa teori atom Thomson yang menyatakan bahwa elektron tersebar merata dalam muatan positif atom adalah tidak benar. Hal ini mendorong Ernest Rutherford (1911) tertarik melanjutkan eksperimen Lenard. Dengan bantuan kedua muridnya Hans Geiger dan Ernest Marsden, Rutherford melakukan percobaan dengan hamburan sinar α . Partikel α bermuatan positif.



Gambar 1.6 Rancangan percobaan hamburan sinar α Rutherford.

Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*



Gambar 1.7 Ilustrasi yang diperbesar dari partikel α yang menembus dan dibelokkan inti atom.

Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*

Berdasarkan percobaan tersebut disimpulkan bahwa:

- Sebagian besar ruang dalam atom adalah ruang hampa; partikel α diteruskan (panah a).
- Di dalam atom terdapat suatu bagian yang sangat kecil dan padat yang disebut inti atom; partikel α dipantulkan kembali oleh inti atom (panah b).
- Muatan inti atom dan partikel α sejenis yaitu positif; sebagian kecil partikel α dibelokkan (panah b).

Hasil percobaan tersebut menggugurkan teori atom Thomson. Kemudian Rutherford mengajukan teori atom sebagai berikut: *atom tersusun atas inti atom yang bermuatan positif sebagai pusat massa dan dikelilingi elektron-elektron yang bermuatan negatif.*

Massa atom berpusat pada inti dan sebagian besar volume atom merupakan ruang hampa. Atom bersifat netral, karena itu jumlah muatan positif dalam atom (proton) harus sama dengan jumlah elektron. Diameter inti atom berkisar 10^{-15} m, sedang diameter atom berkisar 10^{-10} m.

Teori atom Rutherford hanya mampu menjelaskan bahwa elektron-elektron yang beredar menge-

lilingi inti atom berada dalam ruang hampa, tetapi belum mampu menjelaskan distribusi elektron-elektron secara jelas.

Kelemahan teori atom Rutherford:

- a. Tidak dapat menjelaskan bahwa atom bersifat stabil.

Teori atom Rutherford bertenangan dengan Hukum Fisika Maxwell. Jika partikel bermuatan negatif (elektron) bergerak mengelilingi partikel bermuatan berlawanan (inti atom bermuatan positif), maka akan mengalami percepatan dan memancarkan energi berupa gelombang elektromagnetik. Akibatnya energi elektron semakin berkurang. Jika demikian halnya maka lintasan elektron akan berupa spiral.

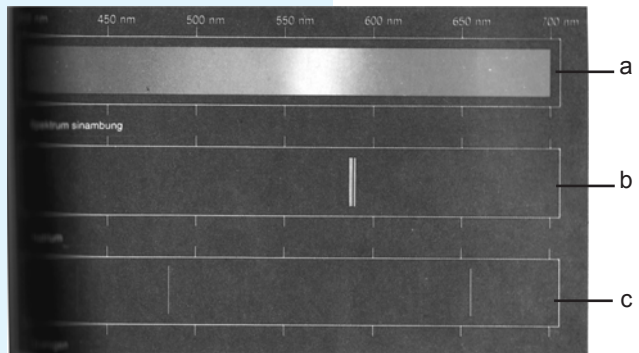
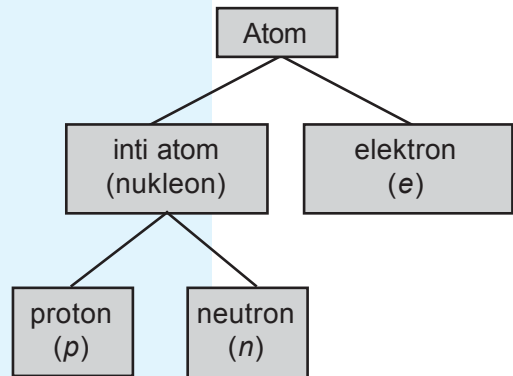
Pada suatu saat elektron tidak mampu mengimbangi gaya tarik inti dan akhirnya elektron jatuh ke inti. Sehingga atom tidak stabil padahal kenyataannya atom stabil.

- b. Tidak dapat menjelaskan bahwa spektrum atom hidrogen berupa spektrum garis (diskrit/diskontinu).

Jika elektron berputar mengelilingi inti atom sambil memancarkan energi, maka lintasannya berbentuk spiral. Ini berarti spektrum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan berupa spektrum pita (kontinu) padahal kenyataannya dengan spektrometer atom hidrogen menunjukkan spektrum garis.

Bagan 1.1

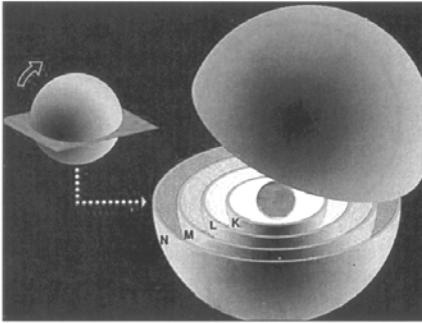
Partikel penyusun atom



Gambar 1.5 Spektrum cahaya bersifat kontinu (a) spektrum atom natrium dan hidrogen bersifat diskrit. (b dan c)

Sumber: *Kimia Universitas Asas struktur*

4. Teori Atom Bohr



Gambar 1.8 Teori atom Bohr.

Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*

Diawali dari pengamatan Niels Bohr terhadap spektrum atom, adanya spektrum garis menunjukkan bahwa elektron hanya beredar pada lintasan-lintasan dengan energi tertentu. Dengan teori Mekanika Kuantum Planck, Bohr (1913) menyampaikan 2 postulat untuk menjelaskan kestabilan atom.

Dua Postulat Bohr:

- Elektron mengelilingi inti atom pada lintasan tertentu yang stasioner yang disebut orbit/kulit. Walaupun elektron bergerak cepat tetapi elektron tidak memancarkan atau menyerap energi sehingga energi elektron konstan. Hal ini berarti elektron yang berputar mengelilingi inti atom mempunyai lintasan tetap sehingga elektron tidak jatuh ke inti.
- Elektron dapat berpindah dari kulit yang satu ke kulit yang lain dengan memancarkan atau menyerap energi. Energi yang dipancarkan atau diserap ketika elektron berpindah-pindah kulit disebut foton. Besarnya foton dirumuskan:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Energi yang dibawa foton ini bersifat diskrit (catu). Jika suatu atom menyerap energi, maka energi ini digunakan elektron untuk berpindah kulit dari tingkat energi rendah ke tingkat energi tinggi. Pada saat elektron kembali ke posisi semula akan dipancarkan energi dengan besar yang sama. Jadi, hanya elektron pada kulit tertentu dengan tingkat energi tertentu yang dapat bergerak, sehingga frekuensi cahaya yang ditimbulkan juga tertentu. Hal inilah yang digunakan untuk menjelaskan spektrum diskrit atom hidrogen.

Kelemahan teori atom Bohr:

- Hanya mampu menjelaskan spektrum atom hidrogen tetapi tidak mampu menjelaskan spektrum atom yang lebih kompleks (dengan jumlah elektron yang lebih banyak).
- Orbit/kulit elektron mengelilingi inti atom bukan berbentuk lingkaran melainkan berbentuk elips.
- Bohr menganggap elektron hanya sebagai partikel bukan sebagai partikel dan gelombang, sehingga kedudukan elektron dalam atom merupakan kebolehjadian.



Gambar 1.9

Niels Henrik David Bohr

Sumber: *Kamus Penemu*,

Oleh: A.Haryono

5. Teori Atom Mekanika Kuantum

Konsep Bohr tentang tingkat-tingkat energi mendasari perkembangan teori atom Mekanika Kuantum. Elektron terletak pada orbital-orbital. Orbital merupakan suatu ruang di mana kebolehjadian ditemukannya elektron. Pembahasan lebih lanjut tentang teori atom Mekanika Kuantum di kelas XI.



B. Lambang Unsur

1. Nomor atom

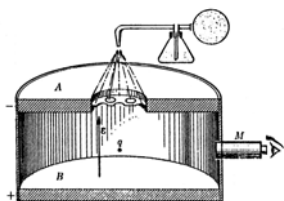
Nomor atom menunjukkan jumlah muatan positif dalam inti atom (jumlah proton). Menurut Henry Moseley (1887–1915) jumlah muatan positif setiap unsur bersifat karakteristik, jadi unsur yang berbeda akan mempunyai nomor atom yang berbeda. Untuk jumlah muatan positif (nomor atom) diberi lambang Z .

Jika atom bersifat netral, maka jumlah muatan positif (proton) dalam atom harus sama dengan jumlah muatan

negatif (elektron). Jadi, nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron.

$$Z = np = ne$$

$$n = \text{jumlah}$$



Gambar 1.10 Percobaan tetes minyak Millikan

Sumber: *Dasar-dasar Fisika Universitas Edisi kedua.*

2. Nomor massa

Berdasarkan percobaan tetes minyak Millikan ditemukan bahwa massa elektron = $9,109 \times 10^{-28}$ gram. Jika 1 satuan massa atom atau satu sma = massa 1 atom hidrogen = $1,6603 \times 10^{-24}$ gram, maka:

$$\begin{aligned} \text{massa 1 elektron} &= \frac{9,109 \times 10^{-28}}{1,6603 \times 10^{-24}} \text{ sma} \\ &= 5,49 \times 10^{-4} \text{ sma} \\ \text{massa 1 elektron} &= \frac{1}{1.836} \text{ sma} \end{aligned}$$

Tabel 1.1 Massa dan muatan partikel proton, neutron, dan elektron.

Partikel	Lambang	Massa (g)	Perbandingan dengan massa proton	Muatan	
				Satuan	Coulomb
proton	<i>p</i>	$1,673 \times 10^{-24}$	1	+1	$1,6 \times 10^{-19}$
neutron	<i>n</i>	$1,675 \times 10^{-24}$	1	0	0
elektron	<i>e</i>	$9,109 \times 10^{-28}$	$\frac{1}{1.836}$	−1	$1,6 \times 10^{-19}$

Atom terdiri atas proton, neutron, dan elektron. Jadi,
 Massa atom = (massa *p* + massa *n*) + massa *e*
 Massa elektron jauh lebih kecil dari pada massa proton dan massa neutron, maka massa elektron dapat diabaikan. Dengan demikian:
 Massa atom = massa *p* + massa *n*
 Massa atom dinyatakan sebagai nomor massa dan diberi lambang A. Jadi:

Nomor massa = jumlah proton + jumlah neutron

Untuk mendapatkan jumlah n dalam inti atom dengan cara:

$$n = A - Z$$

Jika X adalah lambang unsur, Z (nomor atom), dan A (nomor massa), maka unsur X dapat dinotasikan: A_ZX

Contoh:

Tabel 1.2 Jumlah neutron dari H, Li, dan F.

Notasi	Unsur	Z	A	p	e	n
${}^1_1\text{H}$	hidrogen	1	1	1	1	$1 - 1 = 0$
${}^7_3\text{Li}$	litium	3	7	3	3	$7 - 3 = 4$
${}^{19}_9\text{F}$	fluorin	9	19	9	9	$19 - 9 = 10$



C. Isotop, Isobar, dan Isoton

1. Isotop

Atom-atom dari suatu unsur alam yang mempunyai nomor atom sama tetapi nomor massanya berbeda disebut isotop.
Contoh:

Tabel 1.3 Contoh isotop

Unsur	Isotop
Hidrogen	${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$
Helium	${}^3_2\text{He}$, ${}^4_2\text{He}$
Karbon	${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$
Nitrogen	${}^{14}_7\text{N}$, ${}^{15}_7\text{N}$
Oksigen	${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$

Unsur	Isotop
Besi	${}^{54}_{26}\text{Fe}$, ${}^{55}_{26}\text{Fe}$, ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, ${}^{57}_{26}\text{Fe}$, ${}^{58}_{26}\text{Fe}$
Belerang	${}^{32}_{16}\text{S}$, ${}^{33}_{16}\text{S}$, ${}^{34}_{16}\text{S}$, ${}^{36}_{16}\text{S}$
Klorin	${}^{35}_{17}\text{Cl}$, ${}^{37}_{17}\text{Cl}$
Neon	${}^{20}_{10}\text{Ne}$, ${}^{21}_{10}\text{Ne}$, ${}^{22}_{10}\text{Ne}$
Natrium	${}^{22}_{11}\text{Na}$, ${}^{23}_{11}\text{Na}$, ${}^{24}_{11}\text{Na}$

Tabel 1.4 Contoh-contoh penggunaan isotop

Radioisotop	Kegunaan
O-18	Untuk mengetahui mekanisme reaksi esterifikasi
Na-24	Untuk mempelajari peredaran darah manusia dan mendeteksi kebocoran pipa dalam tanah
I-131	Untuk mempelajari kelainan pada kelenjar tiroid
Fe-59	Untuk mengukur laju pembentukan sel darah merah dalam tubuh
Co-60	Untuk pengobatan kanker
P-32	Untuk mempelajari pemakaian pupuk pada tanaman
C-14	Untuk menentukan umur fosil dan mengetahui kecepatan terjadinya senyawa pada fotosintesis

2. Isobar

Atom-atom dari unsur yang berbeda (nomor atom berbeda) yang mempunyai nomor massa sama disebut isobar.

Tabel 1.5 Contoh-contoh isobar

Unsur	Unsur isobar
hidrogen dan helium	${}^3_1\text{H}$ dan ${}^3_2\text{He}$
karbon dan nitrogen	${}^{14}_6\text{C}$ dan ${}^{14}_7\text{N}$
natrium dan magnesium	${}^{24}_{11}\text{Na}$ dan ${}^{24}_{12}\text{Mg}$

3. Isoton

Atom-atom unsur berbeda (nomor atom berbeda) yang mempunyai jumlah neutron sama disebut isoton.

Tabel 1.6 Contoh-contoh isoton

Unsur-unsur	Isoton	Jumlah n
hidrogen dan helium	${}^3_1\text{H}$ dan ${}^4_2\text{He}$	2
kalium dan kalsium	${}^{39}_{19}\text{K}$ dan ${}^{40}_{20}\text{Ca}$	20
nitrogen dan karbon	${}^{14}_7\text{N}$ dan ${}^{13}_6\text{C}$	7
natrium dan magnesium	${}^{23}_{11}\text{Na}$ dan ${}^{24}_{12}\text{Mg}$	12
argon dan kalsium	${}^{40}_{18}\text{Ar}$ dan ${}^{42}_{20}\text{Ca}$	22



1. Perkembangan teori atom:

- Teori atom Dalton: Atom merupakan bagian terkecil dari materi yang tidak dapat dibagi lagi.
- Teori atom Thomson: Atom merupakan bola bermuatan positif yang mengandung elektron-elektron bermuatan negatif yang tersebar merata di seluruh bagian bola.
- Teori atom Rutherford: Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif yang dikelilingi elektron yang bermuatan negatif.
- Teori atom Bohr: Elektron beredar mengelilingi inti atom pada lintasan tertentu dan dapat berpindah-pindah lintasan dengan menyerap atau melepas energi.
- Teori atom Mekanika Kuantum: Elektron-elektron yang beredar mengelilingi inti atom terletak pada orbital-orbital.

2. Lambang unsur:



Z = nomor atom = $p = e$

A = nomor massa = $p + n$

X = lambang unsur

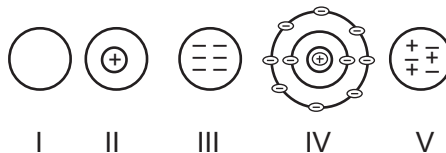
- #### 3. Isotop: atom-atom unsur yang mempunyai jumlah proton sama.
- Isobar: atom-atom unsur yang mempunyai nomor massa sama.
- Isoton: atom-atom unsur yang mempunyai jumlah neutron sama.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

- Inti atom hidrogen ${}^1_1\text{H}$ tidak mengandung
 - proton
 - inti atom
 - neutron
 - elektron
 - kulit elektron
- Atom yang berbeda nomor atomnya pasti berbeda dalam
 - jumlah nukleon
 - jumlah ion
 - jumlah elektron
 - nomor massa
 - muatan ion
- Penemu neutron adalah
 - William Cookers
 - Goldstein
 - James Chadwich
 - Sir Humphyry
 - J.J. Thomson
- Perhatikan gambar teori atom berikut!



Yang menunjukkan teori atom Rutherford adalah

- I
- II
- III
- IV
- V

5. Diketahui isotop $^{15}_{17}\text{Cl}$, maka ion Cl^- mempunyai
- A. 18 proton di dalam inti
 - B. 35 elektron di dalam inti
 - C. 17 elektron di sekitar inti
 - D. 18 elektron di sekitar inti
 - E. 17 neutron di dalam inti
6. Pada kelompok ion berikut yang mempunyai jumlah elektron yang sama pada kulit terluarnya, yaitu
- A. O^{2-} , Ne, Cl^- , Na^+
 - B. Na^+ , Ne, F^- , O^{2-}
 - C. O^+ , F, N, C^{2-}
 - D. Na^+ , F, O^+ , N
 - E. Mg^{2+} , F^{2-} , O^{2-} , C^{2-}
7. Atom berikut yang termasuk isotop adalah
- A. $^{14}_6\text{C}$ dengan $^{14}_7\text{C}$
 - B. $^{12}_6\text{C}$ dengan $^{13}_6\text{C}$
 - C. $^{24}_{11}\text{Na}$ dengan $^{24}_{12}\text{Mg}$
 - D. ^2_1H dengan ^3_1H
 - E. $^{13}_6\text{C}$ dengan $^{14}_7\text{N}$
8. Pernyataan berikut yang benar tentang neutron adalah
- A. merupakan partikel atom bermuatan positif
 - B. merupakan partikel atom bermuatan negatif
 - C. jumlahnya selalu sama dengan jumlah proton
 - D. jumlahnya dapat berbeda sesuai dengan nomor massa isotopnya
 - E. jumlahnya sama dengan jumlah elektron
9. Isotop $^{27}_{13}\text{Al}$ terdiri atas
- A. 13 proton, 14 elektron, dan 27 neutron
 - B. 13 proton, 13 elektron, dan 27 neutron
 - C. 13 proton, 13 elektron, dan 14 neutron
 - D. 14 proton, 14 elektron, dan 13 neutron
 - E. 27 proton, 27 elektron, dan 14 neutron

10. Suatu isotop terdiri atas 35 proton, 45 neutron, dan 35 elektron. Lambang isotop itu adalah
 - A. $^{45}_{35}\text{Br}$
 - B. $^{66}_{35}\text{Br}$
 - C. $^{80}_{35}\text{Br}$
 - D. $^{80}_{45}\text{Br}$
 - E. $^{66}_{45}\text{Br}$
11. Jumlah elektron yang terdapat pada kulit terakhir dari atom unsur dengan nomor massa 80 dan mempunyai 45 neutron adalah
 - A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 5
 - E. 7
12. Diketahui isotop $^{56}_{26}\text{Fe}$, maka ion Fe^{3+} mempunyai
 - A. 26 elektron di sekitar inti
 - B. 29 proton di dalam inti
 - C. 29 elektron di dalam inti
 - D. 23 elektron di sekitar inti
 - E. 56 neutron di dalam inti
13. Suatu atom unsur dengan nomor massa 31, memiliki 15 neutron, dan 18 elektron. Atom tersebut dapat membentuk ion bermuatan
 - A. -3
 - B. -2
 - C. -1
 - D. +2
 - E. +3
14. Atom bromin mempunyai proton, neutron, dan elektron berturut-turut adalah
 - A. 35, 35, dan 80
 - B. 35, 45, dan 35
 - C. 35, 80, dan 45
 - D. 45, 35, dan 35
 - E. 80, 45, dan 35

15. Pasangan di bawah ini yang tergolong isobar adalah

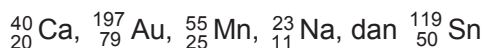
....

- A. $^{39}_{19}\text{K}$ dengan $^{39}_{20}\text{K}$
 - B. $^{14}_7\text{N}$ dengan $^{23}_{11}\text{Na}$
 - C. $^{37}_7\text{C}$ dengan $^{40}_{20}\text{Ca}$
 - D. $^{16}_4\text{C}$ dengan $^{24}_{11}\text{Na}$
 - E. $^{23}_{11}\text{Na}$ dengan $^{24}_{11}\text{Na}$
16. Elektron terletak pada lintasannya dengan tingkat energi tertentu dengan tidak menyerap dan melepaskan energi. Hal ini dikemukakan oleh
- A. Dalton
 - B. Rutherford
 - C. Thomson
 - D. Democritus
 - E. Niels Bohr
17. Partikel dasar penyusun atom adalah
- A. elektron, proton, neutron
 - B. proton, neutron, detron
 - C. positron, neutron, elektron
 - D. alfa, beta, gama
 - E. positron, neutron, detron
18. Partikel yang bermuatan positif adalah
- A. proton
 - B. elektron
 - C. neutron
 - D. sinar beta
 - E. sinar gama
19. Percobaan adanya sinar katode menunjukkan bahwa sinar tersebut adalah
- A. sinar proton
 - B. sinar alfa
 - C. sinar elektron
 - D. sinar neutron
 - E. sinar gama
20. Nomor massa suatu unsur menyatakan
- A. elektron
 - B. proton
 - C. neutron
 - D. proton dan neutron
 - E. elektron dan proton

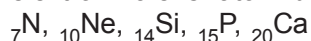
21. ${}_{15}^{31}\text{P}$ mempunyai jumlah proton, neutron, dan elektron berturut-turut
A. 15, 15, dan 16
B. 15, 16, dan 15
C. 15, 31, dan 15
D. 31, 15, dan 16
E. 31, 16, dan 15
22. Suatu unsur tersusun oleh 19 proton, 19 elektron, dan 20 neutron, maka unsur tersebut mempunyai
A. nomor atom 19
B. nomor massa 19
C. nomor atom 20
D. nomor massa 20
E. nomor atom 39
23. ${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$ mempunyai proton, neutron, dan elektron berturut-turut
A. 12, 12, dan 12
B. 10, 12, dan 10
C. 10, 12, dan 12
D. 12, 12, dan 10
E. 12, 10, dan 12
24. Unsur ${}_{7}^{14}\text{N}$ dan unsur ${}_{6}^{14}\text{C}$, maka unsur N dan C merupakan
A. isotop
B. isobar
C. isoton
D. isomer
E. isoelektron
25. Dua buah isotop suatu unsur berbeda dalam hal
A. proton dalam inti
B. elektron terluar
C. neutron dalam inti
D. jumlah proton
E. elektron valensi

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

1. Tentukan jumlah proton, elektron, dan neutron yang terdapat dalam atom berikut!



2. a. Tuliskan konfigurasi elektron dan tentukan pula elektron valensi atom berikut!



- b. Tuliskan konfigurasi elektron dari ion-ion: Na^+ (${}_{11}\text{Na}$), Cl^- (${}_{17}\text{Cl}$), Al^{3+} (${}_{13}\text{Al}$), S^{2-} (${}_{16}\text{S}$)!

3. Jelaskan yang dimaksud isotop, isobar, dan isoton serta berikan contoh masing-masing!

4. a. Suatu unsur X mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 18, 2 salah satu isotopnya mempunyai 40 neutron, tentukan nomor atom unsur tersebut!

- b. Ion M^{2-} mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 6 dan mempunyai 19 neutron dalam intinya. Tuliskan lambang unsur tersebut!

5. Klorin (Cl) di alam terdiri dari dua isotop yaitu 75% isotop ${}^{35}\text{Cl}$ dan 25% isotop ${}^{37}\text{Cl}$. Tentukan massa atom relatif Cl!





BAB 2

SISTEM PERIODIK UNSUR

Inti atom karbon

6 proton
6 neutron

Nomor atom 6

▲ Nomor atom suatu unsur adalah jumlah proton dalam atom unsur itu. Untuk karbon, nomornya adalah enam. Simbol kimia suatu unsur dapat ditulis dengan nomor atom yang ditulis di bawah di sebelah kiri simbol utamanya.

1
Hidrogen
H

1
Nama unsur
Simbol kimia

Ke kanan

Baris unsur disebut periode. Unsur menjadi lebih nonlogam dari kiri ke kanan.

Ke bawah

Kolom unsur adalah golongan. Unsur di golongan yang sama memiliki sifat yang sama. Makin ke bawah, unsur-unsur makin bersifat logam.

Petunjuk kode warna tabel periodik

Blok s	Blok f
Blok d	Blok p

1	2											18					
1 Hidrogen H	2 Helium He											18 Xenon Xe					
3 Litium Li	4 Berilium Be											10 Neon Ne					
11 Natrium Na	12 Magnesium Mg											18 Argon Ar					
19 Kalium K	20 Kalsium Ca	21 Skandium Sc	22 Titanium Ti	23 Vanadium V	24 Kromium Cr	25 Mangan Mn	26 Besi Fe	27 Kobalt Co	28 Nikel Ni	29 Tembaga Cu	30 Zink Zn	31 Gallium Ga	32 Germanium Ge	33 Arsenik As	34 Selenium Se	35 Bromin Br	36 Kripton Kr
37 Rubidium Rb	38 Strontium Sr	39 Yttrium Y	40 Zirkonium Zr	41 Niobium Nb	42 Molibdenum Mo	43 Teknium Tc	44 Rutenium Ru	45 Rhodium Rh	46 Paladium Pd	47 Perak Ag	48 Kadmium Cd	49 Indium In	50 Timah Sn	51 Antimoni Sb	52 Telur Te	53 Iodine I	54 Xenon Xe
55 Sesium Cs	56 Barium Ba	57-71 Seri Lantanida	72 Hafnium Hf	73 Tantalum Ta	74 Wolfram W	75 Rehmanium Re	76 Osmium Os	77 Iridium Ir	78 Platina Pt	79 Emas Au	80 Mercurium Hg	81 Timah Hitam Tl	82 Bismut Bi	83 Polonium Po	84 Astatin At	85 Radon Rn	
87 Fransium Fr	88 Radium Ra	89-103 Seri Aktinida	104 Unsur Unsur	105 Unsur Unsur	106 Unsur Unsur	107 Unsur Unsur	108 Unsur Unsur	109 Unsur Unsur									
101 Lantanum La	102 Seriun Ce	103 Praseodim Pr	104 Neodim Nd	105 Prometium Pm	106 Samarium Sm	107 Europium Eu	108 Gadolinium Gd	109 Terbium Tb	110 Dysprosium Dy	111 Holmium Ho	112 Erbium Er	113 Tulium Tm	114 Ytterbium Yb	115 Lutetium Lu			
117 Astatin At	118 Tenek Ts	119 Tenek Ts	120 Tenek Ts	121 Tenek Ts	122 Tenek Ts	123 Tenek Ts	124 Tenek Ts	125 Tenek Ts	126 Tenek Ts	127 Tenek Ts	128 Tenek Ts	129 Tenek Ts	130 Tenek Ts	131 Tenek Ts	132 Tenek Ts	133 Tenek Ts	134 Tenek Ts
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Tabel 2.1 Tabel Periodik Unsur.
Sumber: *Ensiklopedia Iptek*

Pada pelajaran bab dua ini akan dipelajari tentang perkembangan sistem periodik unsur, konfigurasi elektron, dan sifat periodik unsur.

Bab 2

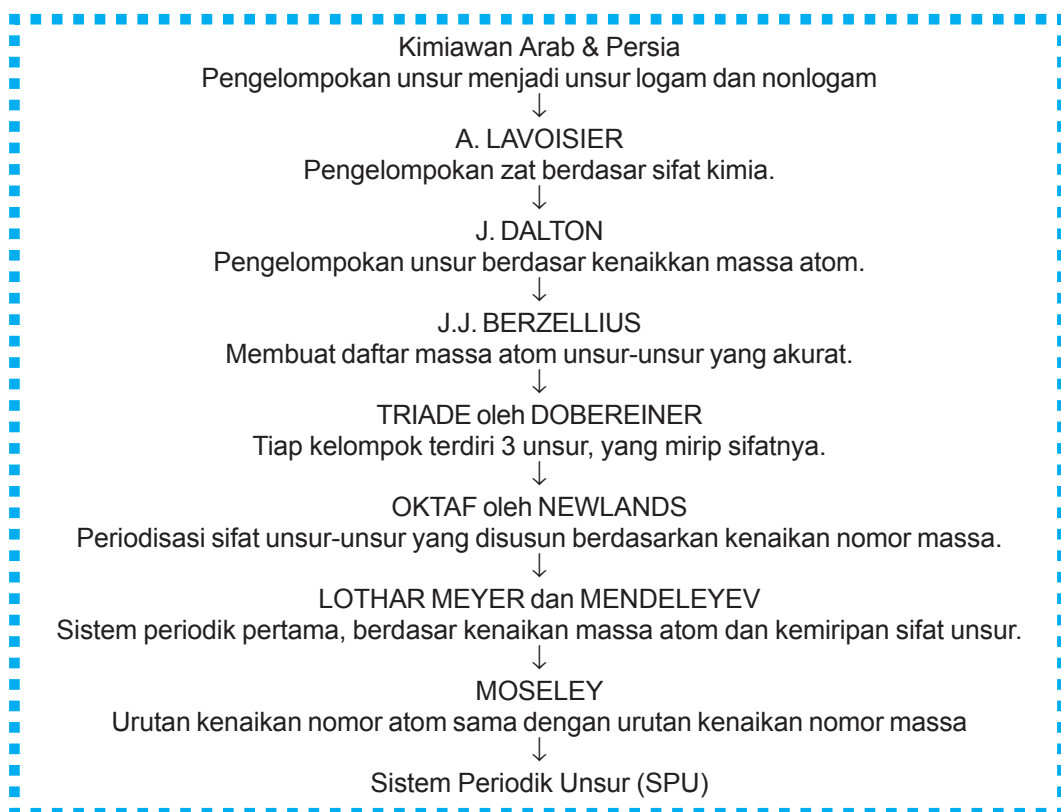
Sistem Periodik Unsur

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan mampu:

1. Menjelaskan perkembangan sistem periodik mulai dari Triade Dobereiner sampai Sistem Periodik Modern.
2. Menjelaskan konfigurasi elektron per kulit elektron.
3. Menentukan periode dan golongan unsur dalam sistem periodik.
4. Menjelaskan sifat-sifat periodik unsur.

Bagan 2.1 Perkembangan sistem periodik unsur



Kita sering menemui unsur di sekitar kita. Apabila kita sebutkan satu per satu akan sulit karena sekarang telah ditemukan kurang lebih 118 unsur baik alami atau buatan. Jika kita mempelajari satu demi satu alangkah sulitnya. Hal inilah yang mendorong para ahli dari dulu untuk mengelompokkan unsur. Pengelompokan dilakukan dengan membandingkan sifat-sifat unsur. Dasar pertama yang digunakan untuk mengelompokkan unsur adalah kemiripan sifat, kemudian kenaikan massa atom, dan sekarang berdasarkan kenaikan nomor atom. Pengelompokan unsur mengalami perkembangan dari pengelompokan unsur yang dilakukan oleh para ahli Arab dan Persia, Dobereiner, Newlands, Mendeleyev, Lothar Meyer, Moseley hingga sistem periodik modern yang kita pakai hingga sekarang.



A. *Perkembangan Sistem Periodik Unsur*

Pada awalnya unsur-unsur dipelajari secara terpisah-pisah. Ketika jumlah unsur yang ditemukan cukup banyak, hal ini menyulitkan para ilmuwan untuk mempelajari. Kimiawan dari Arab dan Persia mulai mengelompokkan unsur berdasarkan sifat kelogamannya.

Tabel 2.2 Sifat-sifat fisika logam dan nonlogam

Sifat fisika logam	Sifat fisika nonlogam
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengilap. 2. Pada suhu kamar umumnya berwujud padat. 3. Mudah ditempa/dibentuk. 4. Penghantar panas dan listrik yang baik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mengilap. 2. Pada suhu kamar dapat berwujud padat, cair, dan gas. 3. Sulit dibentuk dan rapuh. 4. Bukan penghantar panas dan listrik yang baik.

Lavoisier masih menganggap cahaya dan kalori sebagai zat/unsur dan beberapa senyawa sebagai unsur. Oleh Lavoisier berdasarkan sifat kimia zat-zat dibagi menjadi unsur gas, logam, nonlogam, dan tanah.

Menurut Dalton, atom dari unsur yang berbeda mempunyai sifat dan massa atom yang berbeda. Massa atom adalah perbandingan massa atom unsur tersebut terhadap massa atom unsur hidrogen. Dalton kemudian mengelompokkan 36 unsur yang ada berdasarkan kenaikan massa atomnya. Meskipun kemudian penentuan massa atom tersebut salah.

Setelah ditemukan spektrometer massa (awal abad XX), muncul perubahan dalam penentuan massa atom. Bukan lagi hidrogen yang menjadi pembanding melainkan isotop ^{12}C . Satuan yang digunakan bukan lagi *gram* melainkan *satuan massa atom (sma)*.

$$\begin{aligned} 1 \text{ sma} &= \frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom } ^{12}\text{C} \\ &= \frac{1}{12} \times 1,99268 \times 10^{-23} \text{ gram} \\ &= 1,66057 \times 10^{-24} \text{ gram} \end{aligned}$$

Satuan massa atom (sma) terlalu kecil sehingga tidak ada neraca di dunia yang mampu menimbang massa atom. Berdasarkan hasil penghitungan massa atom ini Berzellius kemudian mempublikasikan daftar massa atom unsur-unsur yang akurat.

Perkembangan sistem periodik unsur sebagai berikut.

1. Triade Dobereiner

Tabel 2.3 Contoh-contoh kelompok triade

Kelompok	Nama unsur
Li, Na, K	litium, natrium, kalium
Ca, Sr, Ba	kalsium, stronsium, barium
Cl, Br, I	klorin, bromin, iodin

Tahun 1829, Johann Dobereiner mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kemiripan sifat. Tiap kelompok terdiri atas 3 unsur (triad). Ternyata terdapat kecenderungan di mana massa atom unsur yang di tengah merupakan rata-rata massa atom 2 unsur yang mengapit.

Contoh: Kelompok Li, Na, K

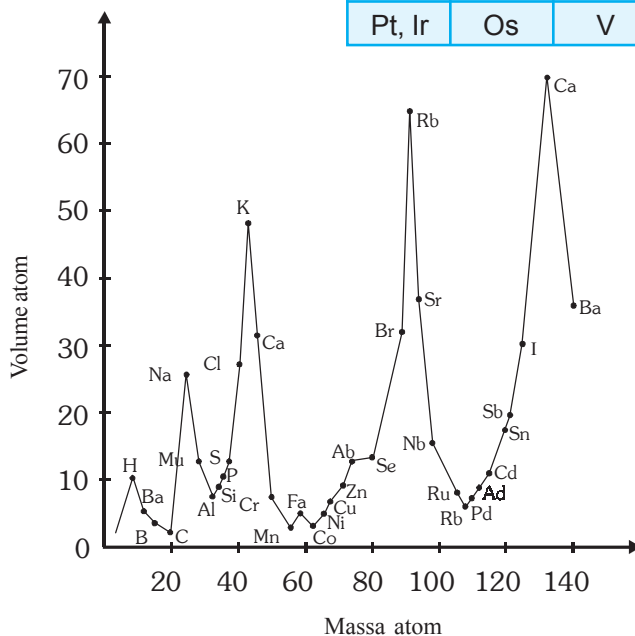
$$\begin{aligned} \text{Massa atom Na} &= \frac{\text{massa atom Li} + \text{massa atom K}}{2} \\ &= \frac{7 + 39}{2} = 23 \end{aligned}$$

2. Oktaf Newlands

Triade Dobereiner mendorong John Alexander Reina Newlands untuk melanjutkan upaya pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atom dan kemiripan sifat unsur. Newlands mengamati ada pengulangan secara teratur keperiodikan sifat unsur. Unsur ke-8 mempunyai sifat mirip dengan unsur ke-1. Begitu juga unsur ke-9 mirip sifatnya dengan unsur ke-2.

Tabel 2.4 Tabel unsur Newlands

1	2	3	4	5	6	7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co, Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce, La	Zr	Di, Mo	Ro, Ru
Pd	Ag	Cd	U	Sn	Sb	I
Te	Cs	Ba	Ta	W	Nb	Au
Pt, Ir	Os	V	Tl	Pb	Bi	Th



Gambar 2.1 Perbandingan massa atom dan volume atom.
Sumber: *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*.

Pada kenyataannya pengulangan sifat unsur tidak selalu terjadi pada unsur ke-8. Hal ini ditunjukkan oleh Lothar Meyer (1864) yang melakukan pengamatan hubungan antara kenaikan massa atom dengan sifat unsur.

Meyer melihat pengulangan sifat unsur tidak selalu terjadi setelah 8 unsur. Berdasarkan kurva tersebut ia melihat adanya keteraturan unsur-unsur dengan sifat yang mirip. Tahun 1870 Meyer mempublikasikan sistem periodiknya setelah sistem periodik Mendeleyev keluar.

3. Sistem Periodik Mendeleyev

Sesuai kegemarannya bermain kartu, Dimitri Mendeleyev (1869) mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya tentang unsur, kemudian ia menulis pada kartu-kartu. Kartu-kartu unsur tersebut disusun berdasarkan kenaikan massa atom dan kemiripan sifat. Kartu-kartu unsur yang sifatnya mirip terletak pada kolom yang sama yang kemudian disebut golongan. Sedangkan pengulangan sifat menghasilkan baris yang disebut periode. Mendeleyev menempatkan unsur-unsur periode 5 berdampingan dengan unsur-unsur dalam periode 4

Tabel 2.5 Sistem Periodik Mendeleyev (1871)

	Golongan															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
Periode 1	H															
Periode 2	Li		Be		B		C		N		O		F			
Periode 3	Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl			
Periode 4	K	Cu	Ca	Zn	?	?	Ti	?	V	As	Cr	Se	Mn	Br	FeCoNi	
Periode 5	Rb	Ag	Sr	Cd	Y	Ir	Zn	Sn	Nb	Sb	Mo	To	?	I	RuRhRd	

Kelebihan Sistem Periodik Mendeleyev:

- Dapat meramalkan tempat kosong untuk unsur yang belum ditemukan (diberi tanda ?).
Contoh:
Unsur Eka-silikon (Germanium-Ge) berada di antara Si dan Sn.
- Menyajikan data massa atom yang lebih akurat, seperti Be dan U.

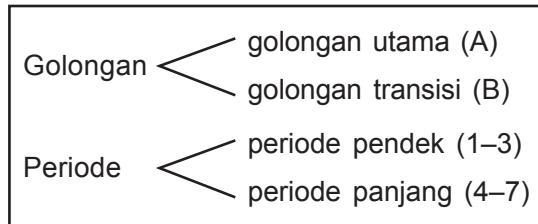
- c. Periode 4 dan 5 mirip dengan Sistem Periodik Modern.
Contoh: K dan Cu sama-sama berada di periode 4 golongan I. Dalam Sistem Periodik Modern K digolongkan IA dan Cu di golongan IB.
- d. Penempatan gas mulia yang baru ditemukan tahun 1890–1900 tidak menyebabkan perubahan susunan Sistem Periodik Mendeleyev.

Kelemahan Sistem Periodik Mendeleyev:

Adanya penempatan unsur yang tidak sesuai dengan kenaikan massa atom. Contoh: ^{127}I dan ^{128}Te . Karena sifatnya, Mendeleyev terpaksa menempatkan Te lebih dulu daripada I. Dalam Sistem Periodik Modern yang berdasarkan kenaikan nomor atom Te ($Z = 52$) lebih dulu dari I ($Z = 53$).

4. Sistem Periodik Modern

Bagan 2.2 Pengelompokan golongan dan periode unsur.



Tahun 1913 Henry Moseley menemukan bahwa urutan kenaikan nomor atom sama dengan urutan kenaikan massa atom.

Hasil ini diperoleh berdasarkan pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atom adalah Sistem Periodik Modern dan kemudian sering disebut Tabel Periodik Unsur. Di dalam Sistem Periodik Modern ditemu-

kan keteraturan pengulangan sifat dalam periode (baris) dan kemiripan sifat dalam golongan (kolom).

a. Golongan

Golongan adalah susunan unsur-unsur dalam SPU ke arah tegak (vertikal). Secara garis besar unsur-unsur dalam Tabel Periodik Modern dibagi dalam 2 golongan, yaitu:

- 1) Golongan Utama (A), meliputi:
 - a) golongan IA disebut golongan alkali;
 - b) golongan IIA disebut golongan alkali tanah;
 - c) golongan IIIA disebut golongan boron/aluminium;
 - d) golongan IVA disebut golongan karbon/silikon;
 - e) golongan VA disebut golongan nitrogen/fosfor;
 - f) golongan VIA disebut golongan oksigen/sulfur;
 - g) golongan VIIA disebut golongan halogen;
 - h) golongan VIIIA/O disebut golongan gas mulia/gas inert.
- 2) Golongan Transisi (B), meliputi:
Golongan IB sampai dengan VIIIB. Khusus golongan B akan dibahas di kelas XI.

b. Periode

Periode adalah susunan unsur-unsur dalam SPU arah mendatar (horizontal).

Periode dibagi 2 yaitu:

- 1) periode pendek, meliputi:
 - a) periode 1 terdiri atas 2 unsur;
 - b) periode 2 terdiri atas 8 unsur;
 - c) periode 3 terdiri atas 8 unsur.
- 2) periode panjang, meliputi:
 - a) periode 4 terdiri atas 18 unsur;
 - b) periode 5 terdiri atas 18 unsur;
 - c) periode 6 terdiri atas 32 unsur.
 - d) periode 7 belum lengkap



B. Konfigurasi Elektron

Konfigurasi elektron merupakan susunan elektron-elektron dalam kulit-kulit atau subkulit-subkulit. Pengisian elektron pada tingkat subkulit akan dibahas di kelas XI. Konfigurasi elektron yang akan dibahas pada bab ini hanya untuk memudahkan dalam penentuan periode dan golongan, khususnya golongan utama (A).

Pengisian elektron dimulai dari tingkat energi (kulit) yang paling rendah yaitu kulit K. Tiap kulit maksimum mampu menampung $2n^2$ elektron, n adalah nomor kulit.

Kulit K ($n = 1$) maksimum menampung elektron $2 \times 1^2 = 2$.

Kulit L ($n = 2$) maksimum menampung elektron $2 \times 2^2 = 8$.

Kulit M ($n = 3$) maksimum menampung elektron $2 \times 3^2 = 18$.

Kulit N ($n = 4$) maksimum menampung elektron $2 \times 4^2 = 32$.

Contoh:

${}^3\text{Li}$ - Kulit K maksimum 2 elektron

- Kulit L sisanya 1

- Distribusinya: 2, 1

${}^{20}\text{Ca}$ - Kulit K maksimum 2 elektron.

- Kulit L maksimum 8 elektron.

- Kulit M diisi 8 elektron.

Jumlah elektron sisa = $20 - (2 + 8) = 10$ merupakan jumlah antara 8 (jumlah maksimum kulit L) dan 18 (jumlah maksimum kulit M) maka diisikan 8 elektron.

- Kulit N sisanya 2 elektron.

- Distribusinya: 2, 8, 8, 2

${}^{56}\text{Ba}$ - Kulit K maksimum 2 elektron.

- Kulit L maksimum 8 elektron.

- Kulit M maksimum 18 elektron.

- Kulit N diisi 18 elektron.

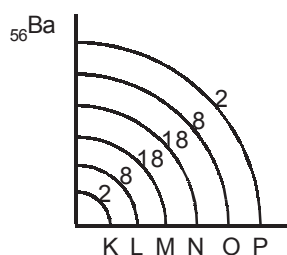
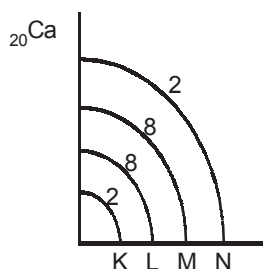
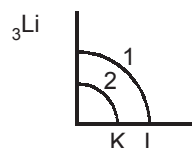
Jumlah elektron sisa = $56 - (2 + 8 + 18) = 28$, merupakan jumlah antara 18 (jumlah maksimum kulit M) dan 32 (jumlah maksimum kulit N), maka diisikan 18 elektron.

- Kulit O diisi 8 elektron.

(Seperti pada kulit M konfigurasi Ca).

- Kulit P sisanya 2 elektron.

- Distribusinya: 2, 8, 18, 18, 8, 2



Gambar 2.2 Distribusi elektron pada kulit-kulit elektron.

1. Konfigurasi elektron pada kation dan anion

Kation adalah ion positif, terjadi kalau atom unsur melepas elektron.

Tabel 2.6 Contoh-contoh konfigurasi elektron pada kation

Atom netral	Konfigurasi elektron	Kation	Konfigurasi elektron
${}^3\text{Li}$	2, 1	Li^+	2
${}^{20}\text{Ca}$	2, 8, 8, 2	Ca^{2+}	2, 8, 8

Anion adalah ion negatif, terjadi jika atom netral menangkap elektron.

Tabel 2.7 Contoh-contoh konfigurasi elektron pada anion

Atom netral	Konfigurasi elektron	Anion	Konfigurasi elektron
${}^9_9\text{F}$	2, 7	F^-	2, 8
${}^8_8\text{O}$	2, 6	O^{2-}	2, 8

2. Elektron valensi

Elektron valensi adalah banyaknya elektron pada kulit terluar.

Tabel 2.8 Contoh-contoh menentukan elektron valensi unsur

Unsur	Konfigurasi elektron	Elektron valensi (ev)
${}^3_3\text{Li}$	2, 1	1
${}^{20}_{20}\text{Ca}$	2, 8, 8, 2	2
${}^{56}_{56}\text{Ba}$	2, 8, 18, 18, 8, 2	2
${}^9_9\text{F}$	2, 7	7

3. Penentuan golongan A dan periode

Penentuan golongan A unsur dalam Tabel Periodik dapat dilakukan dengan cara menetapkan elektron valensi. Konfigurasi elektron per kulit seperti di atas hanya berlaku untuk golongan utama (A), sedangkan golongan transisi (B) menggunakan konfigurasi elektron per subkulit (pelajaran kelas XI).

Tabel 2.9 Contoh-contoh menentukan golongan A unsur

Unsur	Konfigurasi elektron	Elektron valensi (ev)	Golongan
${}^3_3\text{Li}$	2, 1	1	IA
${}^{20}_{20}\text{Ca}$	2, 8, 8, 2	2	IIA
${}^9_9\text{F}$	2, 7	7	VIIA

Penentuan periode dilakukan dengan cara menetapkan jumlah kulit yang sudah terisi elektron atau mencari nomor kulit (n) terbesar yang terisi elektron atau kulit terluarnya.

Tabel 2.10 Contoh-contoh menentukan periode unsur

Unsur	Konfigurasi elektron	<i>n</i> (jumlah kulit)	Periode
${}^3\text{Li}$	2, 1	2	2
${}^{20}\text{Ca}$	2, 8, 8, 2	4	4
${}^{56}\text{Ba}$	2, 8, 18, 18, 8, 2	6	6

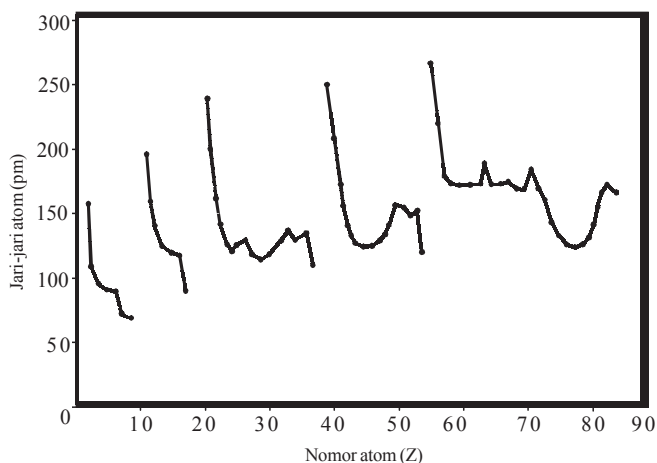


C. Sifat Periodik Unsur

Sifat periodik unsur merupakan sifat unsur yang berhubungan dengan letak unsur dalam tabel periodik (periode dan golongan). Sifat periodik yang akan dibahas di sini meliputi sifat atom yang berhubungan langsung dengan struktur atomnya, mencakup jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan. Sifat fisis yang meliputi kerapatan, titik leleh, titik didih, dan daya hantar listrik tidak dibahas.

1. Jari-jari atom

Jari-jari atom adalah jarak antara inti atom dan elektron terluar.



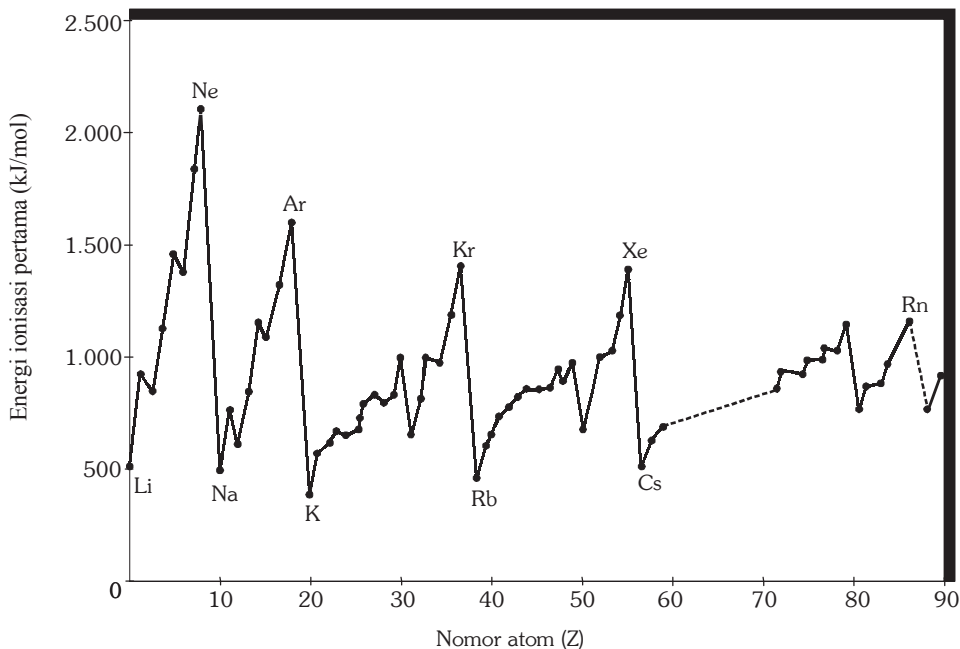
Gambar 2.3 Hubungan jari-jari atom dengan nomor atom
Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*.

Kecenderungan jari-jari atom:

- Dalam satu golongan jari-jari atom dari atas ke bawah makin besar. Karena jumlah kulit dari atas ke bawah makin banyak meskipun muatan inti bertambah positif, maka gaya tarik inti terhadap elektron terluar makin lemah.
- Dalam satu periode jari-jari atom dari kiri ke kanan makin kecil. Meskipun jumlah elektron dari kiri ke kanan bertambah tetapi masih menempati kulit yang sama. Bertambahnya muatan positif dalam inti menyebabkan gaya tarik inti terhadap elektron makin kuat. Akibatnya jari-jari atom makin kecil.

2. Energi ionisasi

Energi ionisasi adalah energi minimal yang dibutuhkan untuk melepaskan 1 elektron terluar dari atom berwujud gas pada keadaan dasarnya.



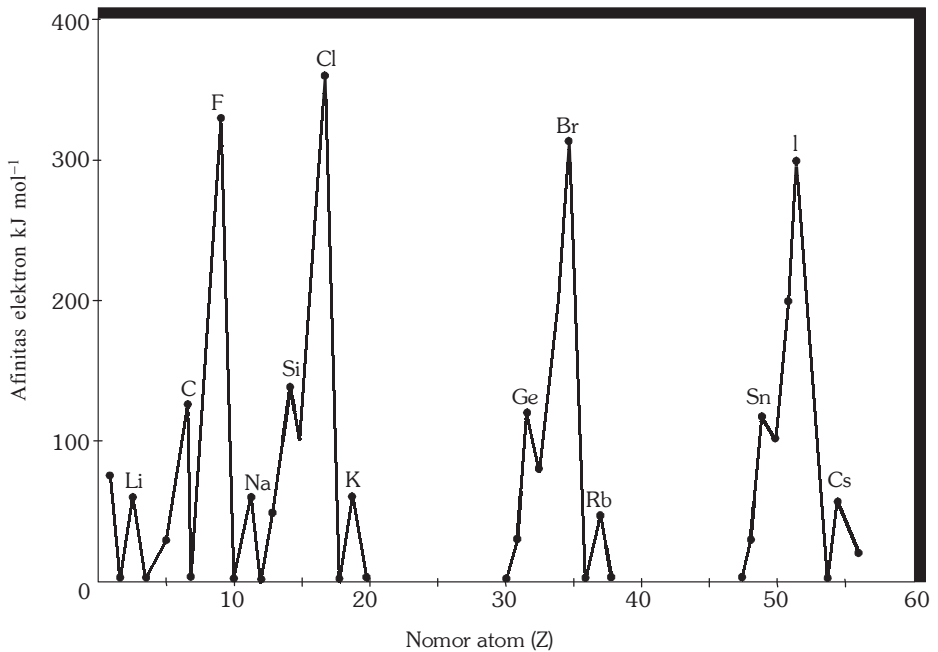
Gambar 2.4 Hubungan energi ionisasi dengan nomor atom
Sumber: *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*.

Kecenderungan energi ionisasi:

- Dalam satu golongan energi ionisasi dari atas ke bawah makin kecil, karena jari-jari atom bertambah besar. Meskipun jumlah muatan positif dalam inti bertambah tetapi gaya tarik inti terhadap elektron terluar makin lemah karena jari-jari makin panjang. Akibatnya energi ionisasi makin berkurang.
- Dalam satu periode energi ionisasi unsur dari kiri ke kanan makin besar. Bertambahnya jumlah muatan positif dalam inti dan jumlah kulit tetap menyebabkan gaya tarik inti makin kuat. Akibatnya energi ionisasi makin bertambah.

3. Afinitas elektron

Afinitas elektron adalah energi yang terlibat (dilepas atau diserap) ketika satu elektron diterima oleh atom suatu unsur dalam keadaan gas.



Gambar 2.5 Hubungan afinitas elektron dengan nomor atom.

Sumber: *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*.

Afinitas elektron suatu unsur:

- Dalam satu golongan afinitas elektron unsur dari atas ke bawah makin berkurang.

Muatan inti bertambah positif, jari-jari atom makin besar, dan gaya tarik inti terhadap elektron yang ditangkap makin lemah. Akibatnya afinitas elektron berkurang.

- Dalam satu periode afinitas elektron unsur dari kiri ke kanan cenderung bertambah.

Muatan inti bertambah positif sedang jumlah kulit tetap menyebabkan gaya tarik inti terhadap elektron yang ditangkap makin kuat. Akibatnya afinitas elektron cenderung bertambah.

4. Keelektronegatifan

Keelektronegatifan adalah kecenderungan/kemampuan atom untuk menarik elektron dalam suatu ikatan kimia. Semakin besar keelektronegatifan suatu atom berarti dalam ikatan kimia atom tersebut cenderung menarik elektron dari atom yang lain. Sebagai contoh dalam ikatan H dan Cl, atom Cl cenderung menarik elektron dari H, jadi Cl lebih elektronegatif dari H. Unsur-unsur golongan VIIIA (Gas Mulia) sulit membentuk ikatan kimia/tidak reaktif, jadi keelektronegatifannya sangat rendah.

Tabel 2.11 Keelektronegatifan unsur-unsur menurut skala Pauling.

IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
Be 1,5												B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Mg 1,2	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	IIB	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	
Ca 1,1	Sc 1,3	Ti 1,6	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,8	Ni 1,8	Cu 1,9	Zn 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8	
Sr 1,0	Y	Zr	Nb	Mo 1,8	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag 1,9	Cd 1,7	In	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	
Ba 0,9	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au 2,4	Hg 1,9	Tl	Pb 1,8	Bi 1,9	Po	At	

Keelektronegatifan suatu unsur:

- a. Dalam satu golongan keelektronegatifan unsur dari atas ke bawah makin berkurang.

Jumlah muatan inti bertambah positif jumlah kulit bertambah maka kemampuan inti untuk menarik elektron menjadi lemah. Akibatnya keelektronegatifan unsur makin lemah.

- b. Dalam satu periode keelektronegatifan unsur dari kiri ke kanan cenderung naik.

Muatan inti bertambah positif jumlah kulit tetap, menyebabkan gaya tarik inti terhadap elektron makin kuat. Akibatnya kemampuan atom untuk menarik elektron makin besar.

5. Sifat logam

Unsur-unsur dalam sistem periodik dibagi menjadi unsur logam, semilogam (*metalloid*), dan nonlogam. Ke-logaman unsur terkait dengan energi ionisasi dan afinitas elektron. Unsur logam mempunyai energi ionisasi kecil sehingga mudah melepas elektron membentuk ion positif. Unsur nonlogam mempunyai afinitas elektron besar sehingga mudah menarik elektron membentuk ion negatif.

Sifat logam unsur:

- a. Dalam satu golongan sifat logam unsur bertambah dari atas ke bawah. Dari atas ke bawah energi ionisasi unsur berkurang sehingga makin mudah melepas elektron, sifat logam bertambah. Demikian juga nilai afinitas elektron makin berkurang sehingga makin sulit bagi unsur untuk menangkap elektron. Sifat nonlogam berkurang.

- b. Dalam satu periode sifat logam berkurang dari kiri ke kanan. Energi ionisasi unsur bertambah dari kiri ke kanan, sehingga makin sulit bagi unsur untuk melepas elektron. Berarti sifat logam makin berkurang.

Nilai afinitas elektron bertambah dari kiri ke kanan, sehingga makin mudah bagi unsur untuk menarik elektron. Akibatnya sifat nonlogam makin berkurang. Kecenderungan ini tidak berlaku bagi unsur-unsur transisi.



Rangkuman

1. Perkembangan sistem periodik unsur:
 - a. Triade Dobereiner: setiap kelompok terdiri atas 3 unsur berdasarkan kemiripan sifat dan kenaikan nomor massa.
 - b. Oktaf Newlands: setiap unsur ke-8 sifatnya mirip dengan unsur pertama seperti tangga nada. Dasar pengelompokannya adalah kenaikan nomor massa.
 - c. Lothar Meyer/Mendeleev: unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atom. Unsur-unsur yang mempunyai sifat mirip terletak pada satu kolom sama yang disebut golongan, sedangkan pengulangan sifat menghasilkan baris yang disebut periode.
 - d. Moseley: unsur-unsur dikelompokkan berdasarkan kenaikan nomor atom, yang kemudian menjadi Sistem Periodik Modern.
2. Konfigurasi elektron per kulit: tiap kulit maksimum mampu menampung elektron sebanyak $2n^2$.
3. Golongan ditentukan jumlah elektron valensi dan periode ditentukan jumlah kulit yang terisi elektron.
4. Keperiodikan unsur meliputi:
 - a. jari-jari atom;
 - b. energi ionisasi;
 - c. afinitas elektron;
 - d. keelektronegatifan;
 - e. sifat logam.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

- Unsur dengan nomor atom 32 terletak pada
 - periode 6 golongan IIIA
 - periode 4 golongan IVA
 - periode 5 golongan IVA
 - periode 3 golongan VIA
 - periode 4 golongan VA
- Periode dalam susunan berkala unsur menyatakan
 - banyak elektron pada lintasan yang terluar
 - banyak elektron pada atom
 - banyak neutron pada inti atom
 - banyak kulit elektron
 - banyak proton pada inti atom unsur
- Berikut ini konfigurasi elektron yang memiliki energi ionisasi terkecil adalah

A. 2, 8, 3	D. 2, 8, 6
B. 2, 5	E. 2, 8, 8, 1
C. 2, 8, 1	
- Sistem periodik yang kita pakai sekarang merupakan pengembangan dari sistem periodik yang disusun oleh

A. Dobereiner	D. Avogadro
B. Newlands	E. Mendeleyev
C. Dalton	
- Unsur yang terletak pada periode yang sama dalam sistem periodik mempunyai
 - jumlah elektron yang sama
 - jumlah elektron terluar yang sama
 - nomor atom yang sama
 - nomor massa yang sama
 - jumlah kulit elektron sama

6. Anion S^{2-} memiliki konfigurasi elektron 2, 8, 8, atom unsur tersebut terletak pada golongan
- A. IIA periode 8
 - B. IIIA periode 8
 - C. VIA periode 2
 - D. VIA periode 3
 - E. VIIIA periode 3
7. Unsur alkali tanah terletak pada golongan
- A. IA
 - B. IIA
 - C. IIIA
 - D. IVA
 - E. VA
8. Pernyataan yang benar untuk unsur A dan B yang memiliki nomor atom 10 dan 18 adalah
- A. jari-jari atom $A > B$
 - B. jari-jari atom $A = B$
 - C. A dan B terletak periode 3
 - D. A dan B satu golongan
 - E. terletak pada golongan VIIA
9. Salah satu unsur yang masuk golongan IA adalah
- A. ${}_{19}K$
 - B. ${}_{20}Mg$
 - C. ${}_{13}Al$
 - D. ${}_9F$
 - E. ${}_{12}Cl$
10. Unsur x dengan nomor atom 35 mempunyai sifat sebagai berikut, *kecuali*
- A. tergolong nonlogam
 - B. mempunyai bilangan oksidasi -1
 - C. membentuk molekul diatomik
 - D. mempunyai 7 elektron valensi
 - E. dapat bereaksi dengan logam membentuk garam
11. Bila suatu atom melepaskan elektron pada kulit terluarnya, maka atom tersebut
- A. bermuatan negatif
 - B. bermuatan positif
 - C. atom netral
 - D. ion netral
 - E. atom tidak bermuatan

12. Dari konfigurasi elektron unsur-unsur berikut unsur yang memiliki keelektronegatifan terbesar bila konfigurasinya
- A. 2, 8, 1
 - B. 2, 8, 7
 - C. 2, 8, 5
 - D. 2, 8, 8
 - E. 2, 8, 3
13. Berikut ini data energi ionisasi atom secara acak unsur golongan IA, Li sampai Cs dalam Jmol^{-1} , yaitu 376, 419, 496, 403, 520. Yang merupakan energi ionisasi natrium adalah
- A. 370
 - B. 403
 - C. 419
 - D. 496
 - E. 520
14. Nilai afinitas elektron unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan adalah
- A. semakin besar, karena jari-jari atom makin panjang
 - B. semakin besar, karena jari-jari atom makin pendek
 - C. semakin kecil, karena jari-jari atom makin panjang
 - D. semakin kecil, karena jari-jari atom makin pendek
 - E. tidak teratur karena nomor atomnya makin besar
15. Apabila x dan y adalah pasangan unsur yang mempunyai elektron valensi sama, maka nomor atom x dan y adalah
- A. 11 dan 20
 - B. 12 dan 20
 - C. 15 dan 32
 - D. 17 dan 34
 - E. 13 dan 18
16. Apabila unsur-unsur dikelompokkan berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya, unsur nomor 8 mempunyai kemiripan sifat dengan unsur ke-1. Pengelompokan unsur ini dikemukakan oleh
- A. Dobereiner
 - B. Newlands
 - C. Moseley
 - D. Mendeleyev
 - E. Lothar Meyer

17. Sistem periodik yang kita pakai sekarang hasil penyempurnaan sistem periodik
- A. Dobereiner
 - B. Newlands
 - C. Moseley
 - D. Mendeleyev
 - E. Lothar Meyer
18. Sistem periodik modern disusun berdasarkan kenaikan jumlah
- A. massa
 - B. proton
 - C. elektron valensi
 - D. neutron
 - E. massa atom relatif
19. Unsur-unsur yang mempunyai kemiripan sifat ditempatkan dalam
- A. periode yang sama
 - B. golongan yang sama
 - C. blok yang sama
 - D. kulit yang sama
 - E. wujud yang sama
20. Unsur yang terletak dalam satu periode memiliki
- A. jumlah kulit yang sama
 - B. jumlah muatan inti yang sama
 - C. jumlah elektron valensi yang sama
 - D. jumlah proton yang sama
 - E. jumlah neutron yang sama
21. Jumlah elektron maksimum yang menempati kulit L adalah
- A. 2
 - B. 8
 - C. 18
 - D. 32
 - E. 50
22. Suatu unsur mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 8, 2, maka unsur tersebut mempunyai nomor atom
- A. 8
 - B. 10
 - C. 19
 - D. 20
 - E. 2, 8, 8, 2

23. ${}^{39}_{19}\text{K}$ mempunyai konfigurasi elektron
- A. 2, 8, 9
 - B. 2, 8, 8, 1
 - C. 2, 8, 18, 8, 3
 - D. 2, 8, 18, 11
 - E. 2, 8, 8, 18, 3
24. Konfigurasi elektron dari ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$ adalah
- A. 2, 8, 8
 - B. 2, 8, 8, 2
 - C. 2, 8, 8, 4
 - D. 2, 8, 18, 8, 4
 - E. 2, 8, 18, 8, 2
25. Konfigurasi elektron ion X^{2-} adalah 2, 8, 8. Maka nomor atom unsur netralnya adalah
- A. 20
 - B. 18
 - C. 16
 - D. 10
 - E. 8
26. Elektron valensi dari unsur ${}^{14}_7\text{N}$ adalah
- A. 14
 - B. 7
 - C. 5
 - D. 2
 - E. 1
27. ${}^{16}_8\text{O}$ dalam SPU terletak pada periode
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5

28. Suatu unsur mempunyai proton 19 dan neutron 20, dalam sistem periodik terletak pada
- A. golongan IA, periode 2
 - B. golongan IA, periode 3
 - C. golongan IA, periode 4
 - D. golongan IIA, periode 2
 - E. golongan IIA, periode 3
29. Diketahui unsur-unsur ${}^9_4\text{A}$, ${}^{14}_7\text{B}$, ${}^{20}_{10}\text{C}$, ${}^{24}_{10}\text{D}$, dan ${}^{39}_{19}\text{E}$. Unsur-unsur yang mempunyai golongan yang sama adalah
- A. A dan C
 - B. B dan D
 - C. A dan E
 - D. D dan E
 - E. A dan D
30. Suatu unsur dalam SPU terletak pada golongan VA periode 3, maka nomor atom unsur tersebut adalah
- A. 3
 - B. 5
 - C. 10
 - D. 15
 - E. 18
31. Unsur yang mempunyai nomor atom 38 terletak pada golongan
- A. alkali
 - B. alkali tanah
 - C. halogen
 - D. transisi
 - E. gas mulia
32. Di antara pernyataan berikut yang *bukan* merupakan sifat periodik unsur adalah
- A. dari atas ke bawah dalam satu golongan energi ionisasi semakin besar
 - B. dari atas ke bawah dalam satu golongan jari-jari atom semakin besar
 - C. dari atas ke bawah dalam satu golongan keelektronegatifan semakin kecil
 - D. dari kiri ke kanan dalam satu periode afinitas elektron semakin besar
 - E. dari kiri ke kanan dalam satu periode jari-jari atom semakin kecil

33. Unsur $_{12}\text{X}$ dan $_{17}\text{Y}$, pernyataan berikut yang benar adalah
- A. jari-jari atom X lebih besar daripada Y
 - B. energi ionisasi X lebih kecil daripada Y
 - C. energi ionisasi X sama dengan Y
 - D. elektronegativitas Y lebih kecil daripada X
 - E. afinitas elektron X lebih besar daripada Y
34. Unsur yang paling elektronegatif adalah
- A. $_{18}\text{Ar}$
 - B. $_{17}\text{Cl}$
 - C. $_{16}\text{S}$
 - D. $_{15}\text{P}$
 - E. $_{14}\text{Si}$
35. Unsur-unsur logam dalam satu golongan dari atas ke bawah
- A. jari-jari atom semakin panjang
 - B. semakin sukar membentuk ion positif
 - C. energi ionisasi semakin besar
 - D. jari-jari atom semakin kecil
 - E. jumlah kulit sama

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

1. a. Jelaskan kelebihan pengelompokan unsur-unsur yang dikemukakan oleh Mendeleyev!
b. Jelaskan kelemahan-kelemahan yang diketahui dari model atom Mendeleyev!
2. a. Bagaimana hukum periodik modern dari Moseley? Jelaskan!
b. Apakah yang dimaksud golongan dan periode dalam sistem periodik modern?

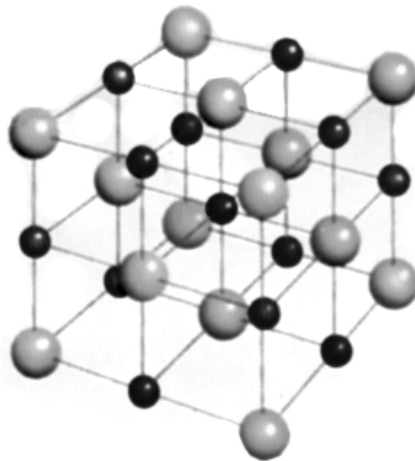
3. a. Berdasarkan konfigurasi elektron unsur-unsur di bawah ini, tentukan letak unsur dalam sistem periodik unsur!
- 1) $_{12}\text{Z}$ 2) $_{16}\text{X}$ 3) $_{20}\text{Y}$
- b. Apakah perbedaan antara energi ionisasi dan afinitas elektron?
- c. Bagaimana keperiodikan sifat-sifat unsur tersebut dalam SPU?
4. a. Tuliskan nomor atom dari unsur yang terletak pada:
- 1) periode ke-2 dan golongan VIIA;
 - 2) periode ke-3 dan golongan VA;
 - 3) periode ke-4 dan golongan IA!
- b. Urutkan unsur-unsur $_{7}\text{N}$; $_{9}\text{F}$; $_{12}\text{Mg}$; dan $_{15}\text{P}$ menurut kenaikan jari-jari atomnya!
5. Bagaimanakah pendapat tentang atom dari ahli berikut!
- a. Democritus
 - b. Rutherford
 - c. Bohr





BAB 3

IKATAN KIMIA



Gambar 3.1 Kisi Kristal Senyawa NaCl.
Sumber: *Hamparan Dunia Ilmu Time life*

Pada pelajaran bab tiga ini akan dipelajari tentang ikatan ion, ikatan kovalen, dan ikatan logam.

Bab 3

Ikatan Kimia

Tujuan Pembelajaran:

Sekarang kita akan belajar ikatan kimia, setelah belajar materi ini diharapkan kamu mampu:

1. Menjelaskan kecenderungan suatu unsur untuk mencapai kestabilan dengan cara berikatan dengan unsur lain.
2. Menggambarkan susunan elektron valensi atau struktur Lewis.
3. Menjelaskan terjadinya ikatan ion dengan contoh-contoh senyawa ionik.
4. Menjelaskan terjadinya ikatan kovalen tunggal, rangkap 2, dan rangkap 3.
5. Menyelidiki kepolaran senyawa dan kaitannya dengan keelektronegatifan melalui percobaan.
6. Menjelaskan terbentuknya ikatan kovalen koordinasi dengan contoh senyawanya.
7. Menjelaskan terbentuknya ikatan logam dan hubungannya dengan sifat fisis logam.

Selain gas mulia di alam unsur-unsur tidak selalu berada sebagai unsur bebas (sebagai atom tunggal), tetapi kebanyakan bergabung dengan atom unsur lain. Tahun 1916 G.N. Lewis dan W. Kossel menjelaskan hubungan kestabilan gas mulia dengan konfigurasi elektron. Kecuali He; mempunyai 2 elektron valensi; unsur-unsur gas mulia mempunyai 8 elektron valensi sehingga gas mulia bersifat stabil. Atom-atom unsur cenderung mengikuti gas mulia untuk mencapai kestabilan.

Jika atom berusaha memiliki 8 elektron valensi, atom disebut mengikuti aturan oktet. Unsur-unsur dengan nomor atom kecil (seperti H dan Li) berusaha mempunyai elektron valensi 2 seperti He disebut mengikuti aturan duplet. Cara yang diambil unsur supaya dapat mengikuti gas mulia, yaitu:

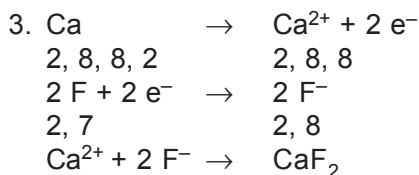
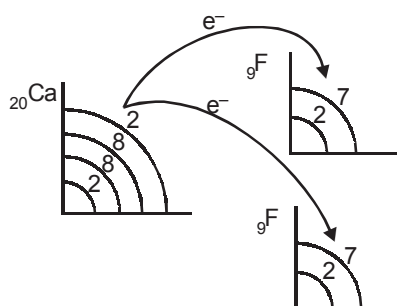
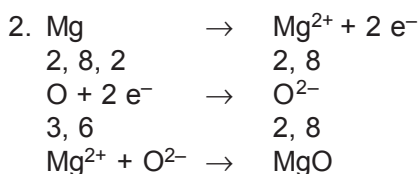
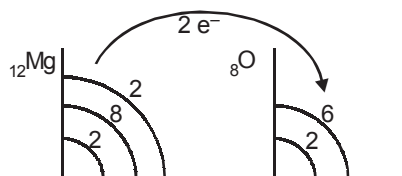
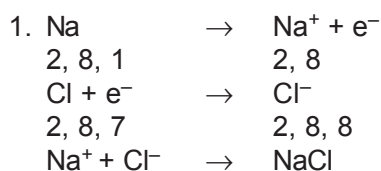
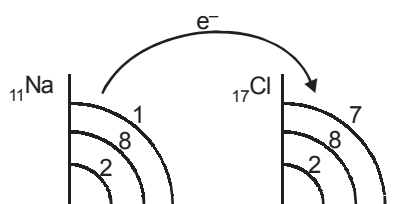
1. melepas atau menerima elektron;
2. pemakaian bersama pasangan elektron.

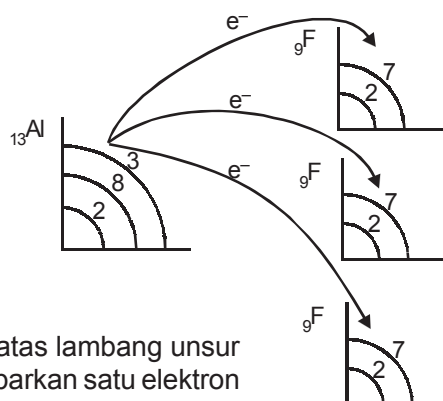
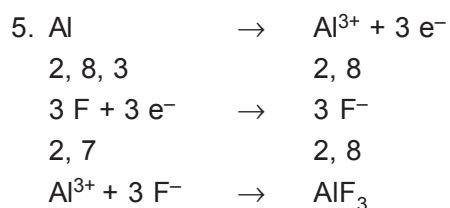
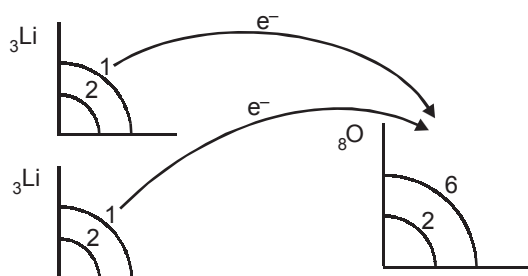
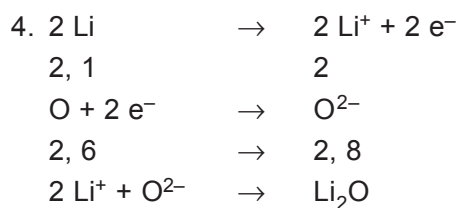


A. Ikatan Ion

Ikatan ion terbentuk akibat adanya melepas atau menerima elektron oleh atom-atom yang berikatan. Atom-atom yang melepas elektron menjadi ion positif (kation) sedang atom-atom yang menerima elektron menjadi ion negatif (anion). Ikatan ion biasanya disebut ikatan elektrovalen. Senyawa yang memiliki ikatan ion disebut senyawa ionik.

Senyawa ionik biasanya terbentuk antara atom-atom unsur logam dan nonlogam. Atom unsur logam cenderung melepas elektron membentuk ion positif, dan atom unsur nonlogam cenderung menangkap elektron membentuk ion negatif. Contoh: NaCl, MgO, CaF₂, Li₂O, AlF₃, dan lain-lain.





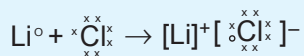
Lambang titik elektron Lewis terdiri atas lambang unsur dan titik-titik yang setiap titiknya menggambarkan satu elektron valensi dari atom-atom unsur. Titik-titik elektron adalah elektron terluarnya.

Tabel 3.1 Contoh-contoh lambang titik elektron lewis

Unsur	Lambang titik Lewis
Li (2, 1)	Li °
Mg (2, 8, 2)	°Mg °
Cl (2, 8, 7)	°Cl °
C (2, 4)	°C °

Untuk membedakan asal elektron valensi penggunaan tanda (°) boleh diganti dengan tanda (x), tetapi pada dasarnya elektron mempunyai lambang titik Lewis yang mirip.

Lambang titik Lewis untuk logam transisi, lantanida, dan aktinida tidak dapat dituliskan secara sederhana, karena mempunyai kulit dalam yang tidak terisi penuh. Contoh penggunaan lambang titik Lewis dalam ikatan ion sebagai berikut.



Sifat-sifat fisika senyawa ionik pada umumnya:

1. pada suhu kamar berwujud padat;
2. struktur kristalnya keras tapi rapuh;
3. mempunyai titik didih dan titik leleh tinggi;
4. larut dalam pelarut air tetapi tidak larut dalam pelarut organik;
5. tidak menghantarkan listrik pada fase padat, tetapi pada fase cair (lelehan) dan larutannya menghantarkan listrik.



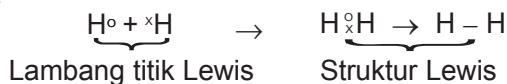
B. Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron oleh atom-atom yang berikatan. Pasangan elektron yang dipakai bersama disebut pasangan elektron ikatan (PEI) dan pasangan elektron valensi yang tidak terlibat dalam pembentukan ikatan kovalen disebut pasangan elektron bebas (PEB). Ikatan kovalen umumnya terjadi antara atom-atom unsur nonlogam, bisa sejenis (contoh: H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 , F_2 , Br_2 , I_2) dan berbeda jenis (contoh: H_2O , CO_2 , dan lain-lain). Senyawa yang hanya mengandung ikatan kovalen disebut senyawa kovalen.

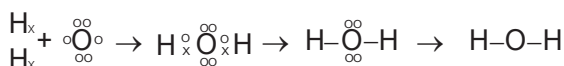
Berdasarkan lambang titik Lewis dapat dibuat struktur Lewis atau rumus Lewis. Struktur Lewis adalah penggambaran ikatan kovalen yang menggunakan lambang titik Lewis di mana PEI dinyatakan dengan satu garis atau sepasang titik yang diletakkan di antara kedua atom dan PEB dinyatakan dengan titik-titik pada masing-masing atom.

Contoh:

1. H_2



2. H_2O



Macam-macam ikatan kovalen:

1. Berdasarkan jumlah PEI-nya ikatan kovalen dibagi 3:

a. Ikatan kovalen tunggal

Ikatan kovalen tunggal yaitu ikatan kovalen yang memiliki 1 pasang PEI.

Contoh: H_2 , H_2O (konfigurasi elektron H = 1; O = 2, 6)



b. Ikatan kovalen rangkap dua

Ikatan kovalen rangkap 2 yaitu ikatan kovalen yang memiliki 2 pasang PEI.

Contoh: O_2 , CO_2 (konfigurasi elektron O = 2, 6; C = 2, 4)



c. Ikatan kovalen rangkap tiga

Ikatan kovalen rangkap 3 yaitu ikatan kovalen yang memiliki 3 pasang PEI.

Contoh: N_2 (Konfigurasi elektron N = 2, 5)



2. Berdasarkan kepolaran ikatan, ikatan kovalen dibagi 2:

a. Ikatan kovalen polar

Ikatan kovalen polar adalah ikatan kovalen yang PEI-nya cenderung tertarik ke salah satu atom yang berikatan. Kepolaran suatu ikatan kovalen ditentukan oleh keelektronegatifan suatu unsur. Senyawa kovalen polar biasanya terjadi antara atom-atom unsur yang beda keelektronegatifannya besar, mempunyai bentuk molekul asimetris, mempunyai momen dipol (μ = hasil kali jumlah muatan dengan jaraknya) $\neq 0$.

Contoh:

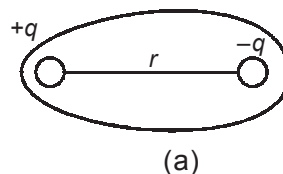
1) HF

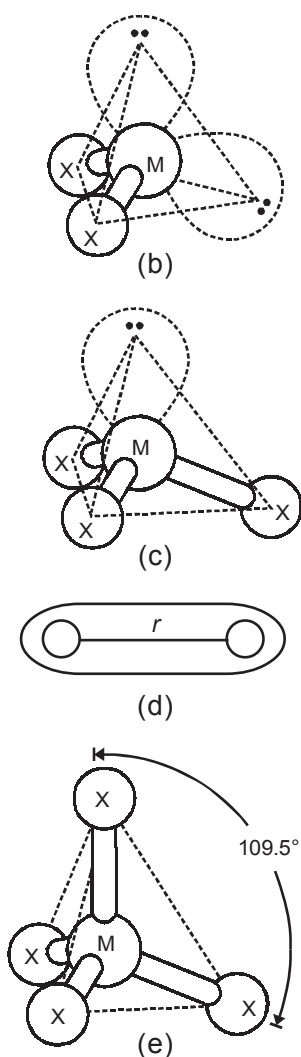


Keelektronegatifan 2,1; 4,0

Beda keelektronegatifan = $4,0 - 2,1 = 1,9$

$\mu = q \times r = 1,91$ Debye





Gambar 3.2

- a. momen dipol senyawa polar ($\mu \neq 0$)
 d. momen dipol senyawa nonpolar ($\mu = 0$)
 b, c, dan e masing-masing adalah bentuk molekul H_2O , NH_3 , dan CH_4 .

2) H_2O

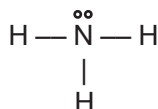


Keelektronegatifan 2,1; 3,5

Beda keelektronegatifan = $3,5 - 2,1 = 1,4$

$\mu = q \times r = 1,85$ Debye

3) NH_3



Keelektronegatifan 2,1; 3,0

Beda keelektronegatifan

= $3,0 - 2,1 = 0,9$

$\mu = q \times r = 1,47$ Debye

b. Ikatan kovalen nonpolar

Ikatan kovalen nonpolar yaitu ikatan kovalen yang PEI-nya tertarik sama kuat ke arah atom-atom yang berikatan. Senyawa kovalen nonpolar terbentuk antara atom-atom unsur yang mempunyai beda keelektronegatifan nol atau mempunyai momen dipol = 0 (nol) atau mempunyai bentuk molekul simetri.

Contoh:

1) H_2



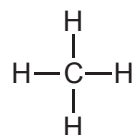
Keelektronegatifan H = 2,1 maka

Beda keelektronegatifan $\text{H}_2 = 0$

$\mu = 0$

Bentuk molekul simetri

2) CH_4



Keelektronegatifan 2,1; 2,5

Beda keelektronegatifan = $2,5 - 2,1 = 0,4$

$\mu = q \times r = 0$

Bentuk molekul simetri



Percobaan

Uji kepolaran senyawa

1. Tujuan percobaan: menguji kepolaran senyawa dengan medan listrik.
2. Alat dan bahan:
 - a. sisir plastik
 - b. kain wol
 - c. buret
 - d. statif
 - e. klem
 - f. corong
 - g. gelas beker
 - h. air
 - i. larutan metana
3. Cara kerja:
 - a. Pasang buret pada statif. Masukkan air pada buret menggunakan corong.
 - b. Ambil sisir plastik. Gosok berkali-kali dengan kain wol agar terjadi medan listrik. Kemudian letakkan sisir dekat aliran air pada buret. Apa yang dapat Anda amati?
 - c. Bagaimana jika aliran air diganti dengan CH_4 ?
4. Hasil pengamatan:

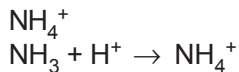
No.	Larutan	Pembelokan oleh medan listrik	Kepolaran senyawa
1	air	.....	.....
2	larutan metana	.....	.....

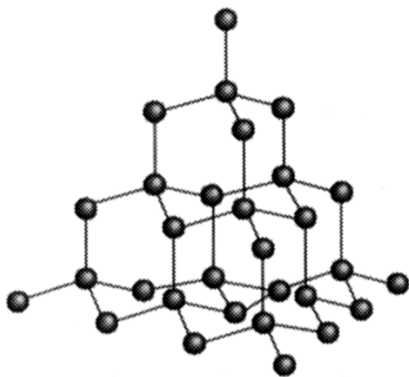
5. Kesimpulan
 - a. Air termasuk senyawa yang bersifat
 - b. Metana termasuk senyawa yang bersifat

3. Ikatan kovalen koordinasi

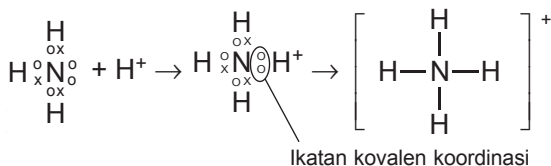
Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen yang PEI-nya berasal dari salah satu atom yang berikatan.

Contoh:





Gambar 3.3 Struktur kovalen intan
Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*



Sifat-sifat fisis senyawa kovalen:

1. pada suhu kamar berwujud gas, cair (Br_2), dan ada yang padat (I_2);
2. padatnya lunak dan tidak rapuh;
3. mempunyai titik didih dan titik leleh rendah;
4. larut dalam pelarut organik tapi tidak larut dalam air;
5. umumnya tidak menghantarkan listrik.



C. Ikatan Logam

Ikatan logam adalah ikatan kimia yang terbentuk akibat penggunaan bersama elektron-elektron valensi antaratom-atom logam. Contoh: logam besi, seng, dan perak.

Ikatan logam bukanlah ikatan ion atau ikatan kovalen. Salah satu teori yang dikemukakan untuk menjelaskan ikatan logam adalah teori lautan elektron.

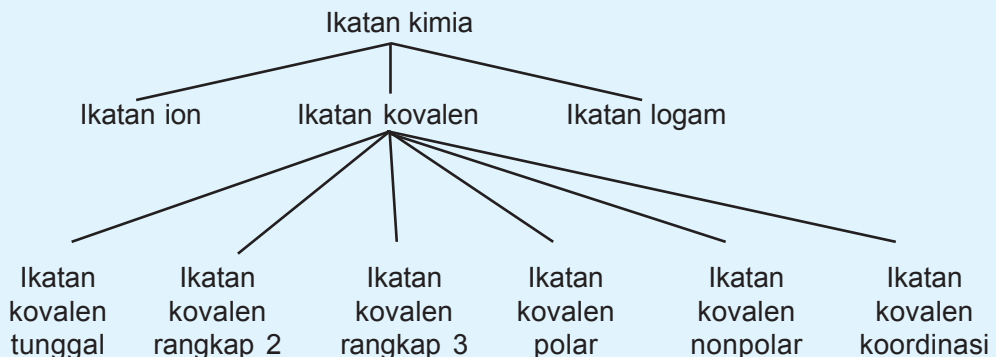
Contoh terjadinya ikatan logam. Tempat kedudukan elektron valensi dari suatu atom besi (Fe) dapat saling tumpang tindih dengan tempat kedudukan elektron valensi dari atom-atom Fe yang lain. Tumpang tindih antarelektrovalensi ini memungkinkan elektron valensi dari setiap atom Fe bergerak bebas dalam ruang di antara ion-ion Fe^+ membentuk lautan elektron. Karena muatannya berlawanan (Fe^{2+} dan $2e^-$), maka terjadi gaya tarik-menarik antara ion-ion Fe^+ dan elektron-elektron bebas ini. Akibatnya terbentuk ikatan yang disebut **ikatan logam**.

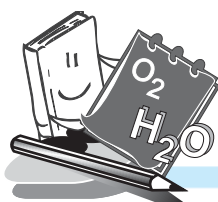
Adanya ikatan logam menyebabkan logam bersifat:

1. pada suhu kamar berwujud padat, kecuali Hg;
2. keras tapi lentur/dapat ditempa;
3. mempunyai titik didih dan titik leleh yang tinggi;
4. penghantar listrik dan panas yang baik;
5. mengilap.



1. Cara unsur mencapai kestabilan seperti gas mulia, yaitu:
 - a. dengan serah terima elektron;
 - b. pemakaian bersama pasangan elektron oleh atom-atom yang berikatan.
2. Macam-macam ikatan kimia:
 - a. Ikatan ion: ikatan yang terjadi karena serah terima elektron antaratom-atom yang berikatan.
 - b. Ikatan kovalen: ikatan kimia yang terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron ikatan oleh atom-atom yang berikatan.
 - c. Ikatan logam: ikatan yang terjadi karena gaya tarik-menarik yang kuat antara ion positif logam dengan elektron-elektron valensi yang bergerak bebas.
3. Macam-macam ikatan kovalen:
 - a. Ikatan kovalen tunggal.
 - b. Ikatan kovalen rangkap 2.
 - c. Ikatan kovalen rangkap 3.
 - d. Ikatan kovalen polar.
 - e. Ikatan kovalen nonpolar.
 - f. Ikatan kovalen koordinasi.
4. Peta konsep ikatan kimia:





Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Untuk memperoleh susunan elektron yang stabil dapat dilakukan dengan cara:
 - i. menangkap elektron menjadi ion positif
 - ii. serah terima elektron
 - iii. melepas elektron menjadi ion negatif
 - iv. penggunaan bersama pasangan elektronCara yang benar adalah
 - A. i dan ii
 - B. i dan iii
 - C. ii dan iii
 - D. ii dan iv
 - E. iii dan iv
2. Atom Na dengan nomor atom 11 dapat membentuk ion
 - A. +1
 - B. +2
 - C. +3
 - D. -1
 - E. -2
3. Untuk memperoleh susunan elektron yang stabil dapat dilakukan dengan cara: Suatu unsur dengan nomor atom 12 dapat membentuk ikatan ion dengan unsur bernomor atom
 - A. 3
 - B. 11
 - C. 17
 - D. 18
 - E. 20
4. Unsur X dengan konfigurasi elektron 2, 8, 8, 1 dapat membentuk ikatan ion dengan unsur yang konfigurasi elektronnya
 - A. 2, 8, 1
 - B. 2, 8, 2
 - C. 2, 8, 7
 - D. 2, 8
 - E. 2

5. Ikatan paling ionik dapat terbentuk antara pasangan unsur
- A. K dan F
 - B. Li dan C
 - C. Na dan Cl
 - D. Na dan Li
 - E. K dan Mg
6. Berikut sifat-sifat senyawa ionik, *kecuali*
- A. larut dalam air
 - B. lunak dan rapuh
 - C. larutannya dapat menghantarkan listrik
 - E. lelehannya dapat menghantarkan listrik
 - E. titik leleh tinggi
7. Senyawa kovalen dapat terbentuk antara unsur-unsur dengan nomor atom
- A. 11 dengan 3
 - B. 8 dengan 11
 - C. 8 dengan 16
 - D. 11 dengan 17
 - E. 12 dengan 8
8. Pasangan senyawa-senyawa berikut yang berikatan kovalen adalah
- A. Na_2O dan MgCl_2
 - B. Na_2O dan H_2O
 - C. H_2O dan MgCl_2
 - D. NH_3 dan MgCl_2
 - E. NH_3 dan H_2O
9. Diketahui konfigurasi beberapa unsur sebagai berikut:
- P : 2
 - Q : 2, 4
 - R : 2, 8, 2
 - S : 2, 8, 7
 - T : 2, 8, 8, 1
- Ikatan kovalen dapat terbentuk antara
- A. P dan Q
 - B. P dan R
 - C. Q dan R
 - D. Q dan S
 - E. S dan T

10. Pada molekul N_2 jumlah PEI (pasangan elektron ikatan) adalah
A. 1 D. 4
B. 2 E. 5
C. 3
11. Senyawa berikut yang mempunyai ikatan kovalen polar adalah
A. CCl_4 D. CO_2
B. H_2 E. CH_4
C. NH_3
12. Suatu molekul XY_3 adalah polar dan mengikuti aturan oktet, pernyataan berikut yang benar
A. X tidak mempunyai pasangan elektron bebas
B. X mempunyai sepasang elektron bebas
C. X mempunyai 2 pasang elektron bebas
D. X mempunyai 3 pasang elektron bebas
E. X mempunyai 4 pasang elektron terikat
13. Senyawa berikut yang mempunyai ikatan kovalen koordinasi adalah
A. NH_3 D. N_2H_4
B. CO_2 E. HNO_3
C. CH_4
14. Yang berperan dalam ikatan logam adalah
A. proton
B. neutron
C. elektron
D. nukleon
E. elektron terdelokalisasi
15. Sifat-sifat logam berikut yang benar adalah
A. semua logam keras
B. pada suhu kamar berwujud cair
C. mempunyai titik leleh tinggi
D. semua dapat ditarik medan magnet
E. semua logam pada suhu kamar berwujud padat
16. Ikatan kovalen terdapat dalam senyawa
A. $NaCl$ D. $BaCl_2$
B. KCl E. $AlCl_3$
C. HCl

17. Dalam 1 molekul N_2 jumlah pasangan elektron yang digunakan adalah ... pasangan elektron.
A. enam D. tiga
B. lima E. dua
C. satu
18. Ikatan elektrovalen paling mudah terbentuk antara unsur golongan
A. alkali dan alkali tanah
B. halogen dan alkali
C. halogen dan halogen
D. alkali tanah dan gas mulia
E. alkali dan alkali
19. Ion M^{2+} akan terbentuk jika atom M
A. menerima dua proton
B. menerima dua elektron
C. menerima dua neutron
D. melepas dua proton
E. melepas dua elektron
20. Peristiwa perpindahan elektron berlangsung pada pembentukan senyawa
A. KCl D. H_2O
B. HCl E. H_2O_3
C. NH_3
21. Diketahui senyawa:
1) KCl 3) NaO_2
2) NH_3 4) CH_4
Pasangan yang mempunyai ikatan kovalen adalah senyawa nomor
A. 1, 2, dan 3 D. 1 dan 3
B. 1, 2, dan 4 E. 2, 3, dan 4
C. 2 dan 4
22. Ikatan kovalen akan terjadi bila
A. transfer elektron dari salah satu atom kepada atom lain
B. sumbangan elektron dari dua atom yang dipakai bersama
C. pemakaian bersama pasangan elektron dari salah satu atom
D. gaya tarik antara awan elektron dan ion positif logam
E. muatan yang berlawanan dari dua atom

23. Diketahui beberapa golongan:

- 1) IA
- 2) IIA
- 3) VIIA
- 4) VIIIA

Unsur yang mencapai susunan elektron stabil dengan cara menerima elektron adalah golongan nomor

- A. 1 dan 3
- B. 2 dan 4
- C. 1 dan 4
- D. 3
- E. 4

24. Kepolaran suatu senyawa kovalen tergantung dari

- A. jumlah elektron pada atom pusat
- B. selisih momen dipol di antara atom penyusun senyawa
- C. gaya tarik antara atomnya
- D. potensial antara dua atom
- E. potensial ionisasi di antara dua atom penyusun senyawa

25. Bentuk geometri molekul dari SF_6 adalah

- A. tetrahedron
- B. trigonal piramidal
- C. bentuk V
- D. linear
- E. oktahedron

26. Berikut ini yang *bukan* senyawa ion adalah

- A. NaCl
- B. KI
- C. MgCl
- D. HCl
- E. MgO

27. Molekul yang memiliki ikatan kovalen rangkap tiga adalah

- A. CO_2
- B. O_2
- C. H_2
- D. NH_2
- E. N_2

28. Suatu senyawa diatom yang saling menggunakan sepasang persekutuan elektron mempunyai ikatan

- A. logam
- B. elektrovalen
- C. ion
- D. kovalen
- E. hidrogen

29. Ikatan yang terdapat pada CCl_4 adalah ikatan
- A. kovalen
 - B. ion
 - C. hidrogen
 - D. kovalen polar
 - E. kovalen nonpolar
30. Kelompok berikut ini yang semuanya berikatan kovalen adalah
- A. KCl , HF , Cl_2
 - B. CO_2 , CH_4 , KCl
 - C. NH_3 , KCl , H_2O
 - D. F_2 , KCl , K_2O
 - E. NaCl , MgCl_2 , CaF_2

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

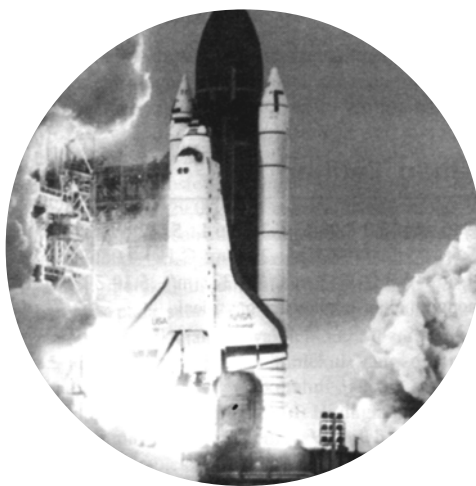
1. Bagaimanakah unsur-unsur berikut mencapai kestabilan?
- a. $_{19}\text{K}$
 - b. $_{12}\text{Mg}$
 - c. $_8\text{O}$
 - d. $_{17}\text{Cl}$
2. Unsur $_{19}\text{X}$ dan $_{35}\text{Y}$ membentuk senyawa. Tentukan:
- a. jenis ikatan yang terjadi;
 - b. rumus senyawa yang terbentuk!
3. Bandingkan kepolaran senyawa CCl_4 dan NH_3 !
4. Buatlah struktur Lewis dari:
- a. H_2SO_4 ;
 - b. HNO_3 !
5. Jelaskan dampak ikatan logam terhadap sifat fisis logam!





BAB 4

TATA NAMA SENYAWA DAN PERSAMAAN REAKSI



Gambar 4.1 Reaksi kimia
Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*

Pada bab keempat ini akan dipelajari tentang tata nama senyawa anorganik (biner dan poliatomik) dan organik, serta persamaan reaksi kimia.

Bab 4

Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

1. Memberi nama senyawa anorganik biner maupun poliatomik.
2. Memberi nama senyawa organik.
3. Menuliskan persamaan reaksi kimia.
4. Menyetarakan persamaan reaksi kimia.

Dahulu zat kimia diberi nama sesuai dengan nama penemunya, nama tempat, nama zat asal, sifat zat, dan lain-lain. Dengan semakin bertambahnya jumlah zat yang ditemukan baik alami ataupun buatan, maka perlu adanya tata nama yang dapat memudahkan penyebutan nama suatu zat. IUPAC (*International Union Pure and Applied Chemistry*) merupakan badan internasional yang membuat tata nama zat kimia yang ada di dunia ini. Akan tetapi, untuk kepentingan tertentu nama zat yang sudah lazim (nama trivial) sering digunakan karena telah diketahui khalayak. Contohnya nama asam cuka lebih dikenal dibanding asam asetat atau asam etanoat.



A. Tata Nama Senyawa

Untuk memudahkan penamaan, senyawa dikelompokkan menjadi 2 yaitu senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa anorganik dibagi dua yaitu senyawa biner dan se-

nyawa poliatomik. Senyawa biner adalah senyawa yang mengandung dua jenis unsur, sedangkan senyawa poliatomik terdiri atas lebih dari 2 jenis unsur.

1. Tata nama senyawa anorganik

a. Tata nama senyawa anorganik biner

Senyawa biner ada 2 macam, yaitu terdiri atas atom:

- 1) logam dan nonlogam;
- 2) nonlogam dan nonlogam.

Jika senyawa biner terdiri atas atom logam dan nonlogam dengan logam yang hanya mempunyai satu macam muatan/bilangan oksidasi, maka namanya cukup dengan menyebut nama kation (logam) dan diikuti nama anionnya (nonlogam) dengan akhiran **-ida**.

Tabel 4.1 Contoh-contoh tata nama senyawa biner dari logam yang mempunyai satu bilangan oksidasi

Rumus kimia	Nama senyawa
NaCl	Natrium klorida
Mg ₃ N ₂	Magnesium nitrida
CaO	Kalsium oksida
Al ₂ S ₃	Aluminium sulfida
ZnCl ₂	Seng klorida

Akan tetapi jika atom logam yang bertindak sebagai kation mempunyai lebih dari satu muatan/bilangan oksidasi, maka nama senyawa diberikan dengan menyebut nama logam + (bilangan oksidasi logam) + anionnya (nonlogam) dengan akhiran **-ida**.

Tabel 4.2 Contoh-contoh tata nama senyawa biner dari logam yang mempunyai satu bilangan oksidasi

Rumus kimia	Nama senyawa
FeO	Besi(II)oksida
Cu ₂ O	Tembaga(I)oksida
FeCl ₃	Besi(III)klorida
PbI ₂	Timbal(II)iodida
CuO	Tembaga(II)oksida
PbO ₂	Timbal(IV)oksida

Jika senyawa biner terdiri atas atom unsur non-logam dan nonlogam, maka penamaan dimulai dari non-logam pertama diikuti nonlogam kedua dengan diberi akhiran **-ida**.

Tabel 4.3 Contoh-contoh tata nama senyawa biner (nonlogam-nonlogam)

Rumus kimia	Nama senyawa
HCl	Hidrogen klorida
ClF	Klorin fluorida
HBr	Hidrogen bromida
IBr	Iodin bromida

Jika 2 jenis nonlogam dapat membentuk lebih dari satu macam senyawa, maka digunakan awalan Yunani.

1 = mono	6 = heksa
2 = di	7 = hepta
3 = tri	8 = okta
4 = tetra	9 = nona
5 = penta	10 = deka

Tabel 4.4 Contoh-contoh tata nama senyawa biner dari unsur yang dapat membentuk lebih dari satu macam senyawa

Rumus kimia	Nama senyawa
CO	Karbon monoksida
CO ₂	Karbon dioksida
NO	Nitrogen monoksida
NO ₂	Nitrogen dioksida
N ₂ O	Dinitrogen monoksida
N ₂ O ₅	Dinitrogen pentaoksida
PCl ₃	Fosfor triklorida
P ₂ O ₅	Difosfor pentaoksida

Senyawa yang memiliki nama umum boleh tidak menggunakan tata nama menurut IUPAC.

Tabel 4.5 Contoh-contoh senyawa yang mempunyai nama umum.

Rumus kimia	Nama senyawa
H ₂ O	Air
NH ₃	Amonia
CO ₂	Es kering/ <i>dry ice</i>
NaCl	Garam dapur
CaO	Kapur tohor
CaCO ₃	Marmer/batu kapur
Ca(OH) ₂	Kapur tulis
NaHCO ₃	Soda kue
CaSO ₄ ·2H ₂ O	Gips
Ca(ClO) ₂	Kaporit
MgSO ₄ ·7H ₂ O	Garam Inggris
Mg(OH) ₂	Susu magnesia
CuSO ₄ ·5H ₂ O	Terusi

b. Tata nama senyawa anorganik poliatomik

Senyawa anorganik poliatomik pada umumnya merupakan senyawa ion yang terbentuk dari kation monoatomik dengan anion poliatomik atau kation poliatomik dengan anion monoatomik/poliatomik. Penamaan dimulai dengan menyebut kation diikuti anionnya.

Tabel 4.6 Contoh-contoh senyawa poliatomik.

Rumus kimia	Nama senyawa
Na ₂ CO ₃	Natrium karbonat
Al(NO ₃) ₃	Aluminium nitrat
KMnO ₄	Kalium permanganat
MgSO ₄	Magnesium sulfat
Li ₃ PO ₄	Litium fosfat
NH ₄ Cl	Amonium klorida
NH ₄ OH	Amonium hidroksida
NH ₄ CN	Amonium sianida
(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonium sulfat

Senyawa asam dapat didefinisikan sebagai zat kimia yang dalam air melepas ion H^+ . Contohnya HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4 . (Materi asam akan dibahas lebih lanjut di kelas XI). Penamaan senyawa asam adalah dengan menyebut anionnya dan diawali kata **asam**.

Tabel 4.7 Contoh-contoh senyawa poliatomik

Rumus kimia	Nama senyawa
HCl	Asam klorida
HNO_3	Asam nitrat
H_2SO_4	Asam sulfat
H_3PO_4	Asam fosfat

2. Tata nama senyawa organik

Jumlah senyawa organik sangat banyak dan tata nama senyawa organik lebih kompleks karena tidak dapat ditentukan dari rumus kimianya saja tetapi dari rumus struktur dan gugus fungsinya. Di sini hanya dibahas tata nama senyawa organik yang sederhana saja, karena senyawa organik secara khusus akan dibahas pada materi Hidrokarbon dan Senyawa Karbon.

Tabel 4.8 Contoh-contoh senyawa organik yang sederhana

Nama senyawa	Rumus kimia	Rumus struktur
Metana	CH_4	CH_4
Etana	C_2H_6	CH_3-CH_3
Propana	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$
Etena	C_2H_4	$CH_2=CH_2$
Propena	C_3H_6	$CH_3-CH=CH_2$
Etuna/asetilena	C_2H_2	$CH \equiv CH$
Propuna	C_3H_4	$CH_3-C \equiv CH$
Etanol	C_2H_5OH	CH_3-CH_2-OH
Asam etanoat/cuka	CH_3COOH	CH_3-COOH
Propanon/aseton	C_3H_6O	$CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3$
Formaldehid (formalin)	CH_2O	$HC \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown H \end{array}$



B. Persamaan Reaksi

Persamaan reaksi adalah persamaan yang menggambarkan hubungan zat-zat kimia yang terlibat sebelum dan sesudah reaksi kimia. Persamaan reaksi dinyatakan dengan rumus kimia zat-zat yang bereaksi dan hasil reaksi, angka koefisien, dan fase/wujud zat. Zat-zat yang bereaksi disebut pereaksi/reaktan dituliskan di sebelah kiri tanda anak panah, sedangkan zat-zat hasil reaksi atau produk reaksi dituliskan di sebelah kanan tanda anak panah.

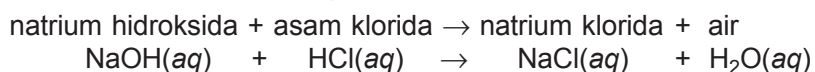
Perubahan dari pereaksi menjadi hasil reaksi digambarkan dengan tanda anak panah. Angka koefisien menyatakan jumlah partikel dari setiap pereaksi dan hasil reaksi. Angka koefisien dituliskan di depan rumus kimia zat, agar reaksi menjadi setara. Reaksi dikatakan setara jika jumlah atom di kiri sama dengan jumlah atom di kanan tanda anak panah, sehingga sesuai dengan Hukum Kekekalan Massa.

Wujud/fase zat ada 4, yaitu:

1. cair/liquid (l);
2. padat/solid (s);
3. gas (g);
4. larutan (aq).

Contoh: natrium hidroksida direaksikan dengan asam klorida menghasilkan natrium klorida dan air.

Maka persamaan reaksinya:



NaOH dan HCl disebut pereaksi/reaktan

NaCl dan H₂O disebut hasil reaksi

Dalam persamaan reaksi berlaku jumlah atom sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Pada reaksi tersebut:

Atom Na di kiri 1 dan di kanan 1

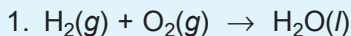
Atom O di kiri 1 dan di kanan 1

Atom H di kiri 2 dan di kanan 2

Atom Cl di kiri 1 dan di kanan 1

Jumlah atom di kiri 5 atom sedang di kanan juga 5 atom, maka persamaan tersebut telah setara. Jika terjadi jumlah atom sebelum dan sesudah reaksi tidak sama, maka persamaan reaksi tersebut belum setara.

Contoh:

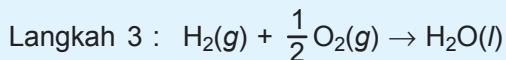


Langkah 1 : jumlah atom H di kiri = 2, di kanan = 2
(sudah sama)
jumlah atom O di kiri = 2, di kanan = 1
(belum sama) maka

Langkah 2 : atom O di sebelah kiri dikali $\frac{1}{2}$

$$2 \times \frac{1}{2} = 1$$

(sama dengan jumlah O di kanan)



Langkah 4 : semua koefisien dikalikan 2
 $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Langkah 5 : jumlah atom H di kiri = 4, di kanan = 4
(sudah sama)
jumlah atom O di kiri = 2, di kanan = 2
(sudah sama)

Jadi, reaksi setara: $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



Langkah 1 : jumlah atom Mg di kiri = 1, di kanan = 1
(sudah sama)
jumlah atom O di kiri = 2, di kanan = 1
(belum sama)
jumlah atom H di kiri = 2 + 1 = 3,
di kanan = 2 (belum sama)
jumlah atom Cl di kiri = 1, di kanan = 2
(belum sama)

Langkah 2 : atom Cl dalam HCl dikalikan 2
 $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Langkah 3 : atom O dalam H_2O dikalikan 2
 $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Langkah 4 : Jumlah atom Mg di kiri = 1, di kanan = 1
(sudah sama)

Jumlah atom O di kiri = 2, di kanan = 2
(sudah sama)

Jumlah atom H di kiri = $2 + 2 = 4$,
di kanan = 4 (sudah sama)

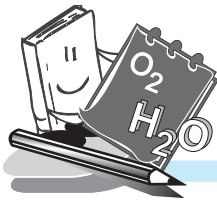
Jumlah atom Cl di kiri = 2, di kanan = 2
(sudah sama)

Jadi, reaksi setara: $\text{Mg(OH)}_2(\text{aq}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$.



Rangkuman

1. Tata nama senyawa anorganik dikelompokkan menjadi:
 - a. Senyawa biner dari logam dan nonlogam diberi nama dengan menyebut kation (logam) diikuti nama anion (nonlogam).
 - b. Senyawa biner nonlogam dan nonlogam diberi nama dengan menggunakan awalan Yunani.
 - c. Senyawa yang mengandung ion poliatom diberi nama dengan menyebut kation (logam atau poliatom) diikuti nama anion (poliatom/monoatom).
2. Senyawa organik diberi nama sesuai gugus fungsinya.
3. Persamaan reaksi menggambarkan hubungan zat-zat kimia yang terlibat sebelum dan sesudah reaksi kimia.
4. Suatu persamaan reaksi dikatakan setara jika jumlah atom sebelum dan sesudah reaksi sama, dengan angka koefisien.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Rumus kimia dari dinitrogen trioksida adalah
 - A. N_2O
 - B. N_3O_2
 - C. N_2O_3
 - D. NO_3
 - E. NO_2
2. Senyawa P_2O_5 mempunyai nama
 - A. fosfor oksida
 - B. difosfor oksida
 - C. difosfor pentoksida
 - D. penta fosfor dioksida
 - E. fosfor pentoksida
3. Senyawa dengan rumus $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ mempunyai nama
 - A. kalsium nitrit
 - B. kalsium(II)nitrit
 - C. kalsium(II)nitrat
 - D. kalsium nitrat
 - E. kalsium(I)nitrat
4. FeO diberi nama
 - A. besi(III)oksida
 - B. feri oksida
 - C. ferum oksida
 - D. besi oksida
 - E. besi(II)oksida
5. Senyawa C_2H_6 menurut IUPAC diberi nama
 - A. etana
 - B. etena
 - C. etuna
 - D. asetilena
 - E. metana

6. Pasangan rumus kimia dan nama senyawa berikut yang benar adalah

	Rumus kimia	Nama senyawa
A	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Kalium hidroksida
B	KMnO_4	Kalium permanganat
C	HNO_3	Asam nitrit
D	AlSO_4	Aluminium sulfat
E	NaPO_4	Natrium fosfat

7. Pada reaksi $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{aq})$ yang berperan sebagai pereaksi adalah
- HCl
 - H_2
 - Cl_2
 - H_2 dan Cl_2
 - H_2 dan HCl
8. Asam klorida direaksikan dengan kalium hidroksida menghasilkan kalium klorida dan air. Persamaan reaksi yang benar adalah
- $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{K}_2\text{OH}(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $2 \text{HCl}(\text{aq}) + \text{K}_2\text{OH}(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{K}_2\text{OH}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{KOH}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
9. Pada reaksi $a \text{Zn} + b \text{HCl} \rightarrow c \text{ZnCl}_2 + d \text{H}_2$, maka koefisien a , b , c , dan d berturut-turut adalah
- 1, 2, 2, dan 1
 - 1, 1, 2, dan 1
 - 1, 2, 1, dan 1
 - 1, 2, 1, dan 2
 - 2, 2, 1, dan 2
10. Jika logam magnesium dimasukkan ke dalam larutan asam klorida, maka gas yang dihasilkan adalah
- Cl_2
 - O_2
 - HCl
 - H_2
 - H_2O

11. Nama yang tepat untuk senyawa dengan rumus kimia $\text{Mg}(\text{OH})_2$ adalah
- A. magnesium dihidroksida
 - B. magnesium oksida
 - C. magnesium dioksida
 - D. magnesium(I)hidroksida
 - E. magnesium hidroksida
12. Rumus kimia besi(III)sulfat adalah
- A. FeSO_4
 - B. FeS
 - C. $\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2$
 - D. Fe_2O_3
 - E. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
13. Jika tersedia ion: NH_4^+ ; Al^{3+} ; NO_3^- ; SO_4^{2-} , maka rumus kimia yang benar adalah
- A. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 - B. $\text{NH}_4(\text{SO}_4)_2$
 - C. Al_3NO_3
 - D. $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2$
 - E. $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$
14. Pembakaran gas butana menurut reaksi:
- $$2 \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + a \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow b \text{CO}_2(\text{g}) + c \text{H}_2\text{O}(\text{g}),$$
- maka harga a , b , dan c adalah
- A. 13, 8, dan 10
 - B. 8, 10, dan 30
 - C. 13, 4, dan 10
 - D. 4, 10, dan 13
 - E. 10, 13, dan 8
15. Untuk memenuhi hukum Lavoisier pada reaksi:
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7(\text{s}) + x \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 4 \text{H}_3\text{BO}_3(\text{aq}) + y \text{NaCl}(\text{aq}),$$
- perbandingan x dan y adalah
- A. 5 : 2
 - B. 2 : 5
 - C. 1 : 3
 - D. 3 : 4
 - E. 10 : 3

16. Persamaan reaksi $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$. Pada reaksi tersebut yang merupakan pereaksi adalah
- A. Mg dan H_2
 - B. MgCl_2 dan HCl
 - C. Mg dan MgCl_2
 - D. HCl dan Mg
 - E. MgCl_2 dan H_2
17. Pernyataan berikut yang benar untuk persamaan reaksi $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$ adalah
- A. pada reaksi itu dihasilkan empat molekul
 - B. pada reaksi itu dihasilkan dua atom
 - C. jumlah molekul ruas kiri sama dengan ruas kanan
 - D. pada reaksi dihasilkan lima molekul
 - E. jumlah atom ruas kiri sama dengan ruas kanan
18. Pada persamaan reaksi $a \text{Fe(s)} + b \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow c \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$, nilai a , b , dan c masing-masing adalah
- A. 2, 1, dan 3
 - B. 4, 3, dan 2
 - C. 2, 3, dan 4
 - D. 3, 2, dan 4
 - E. 2, 1, dan 1
19. Perhatikan rumus kimia senyawa berikut!
- 1) CH_5OH
 - 2) CH_3COOH
 - 3) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
 - 4) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 - 5) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- Yang merupakan rumus empiris adalah
- A. 1, 2, dan 3
 - B. 1, 2, dan 4
 - C. 1, 3, dan 5
 - D. 2, 3, dan 4
 - E. 2, 2, dan 5

20. Perhatikan tabel berikut!

No.	Kation	Anion	Rumus molekul	Nama
1	K ⁺	SO ₄ ²⁻	K ₂ SO ₄	Kalium sulfat
2	Al ³⁺	OH ⁻	Al ₃ OH	Aluminium hidroksida
3	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	MgNO ₃	Magnesium nitrat
4	Fe ³⁺	Cl ⁻	FeCl ₃	Besi(III)klorida
5	Ba ²⁺	PO ₄ ³⁻	Ba ₃ (PO ₄) ₂	Barium fosfat

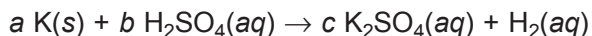
Berdasarkan data di atas, hubungan yang benar ditunjukkan oleh nomor

- A. 1, 3, dan 4
- B. 1, 4, dan 5
- C. 2, 3, dan 4
- D. 2, 4, dan 5
- E. 3, 4, dan 5

21. Berikut persamaan reaksi yang salah adalah

- A. $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
- B. $2 H_2O(g) \rightarrow 2 H_2(g) + O_2(g)$
- C. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2 HCl(aq)$
- D. $2 S(s) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 SO_3(g)$
- E. $NO_2(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$

22. Pada reaksi redoks:



Berdasarkan hukum kekekalan massa, maka setelah disetarakan harga *a*, *b*, dan *c* berturut-turut adalah

- A. 1, 1, dan 2
- B. 1, 2, dan 1
- C. 2, 1, dan 1
- D. 2, 1, dan 2
- E. 2, 2, dan 1

23. Penulisan persamaan reaksi yang benar bila kalsium bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan kalsium oksida adalah
- $4 \text{K(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{K}_2\text{O(g)}$
 - $2 \text{K(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{K}_2\text{O(g)}$
 - $2 \text{Ca(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{CaO(s)}$
 - $\text{Ca(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaO(s)}$
 - $\text{Ca(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaO}_2\text{(g)}$
24. Jika logam aluminium direaksikan dengan larutan aluminium sulfat dan gas hidrogen, maka penulisan persamaan reaksi yang benar adalah
- $\text{Al}_2\text{(s)} + 3 \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{Al}_2\text{(SO}_4)_3\text{(aq)} + 6\text{H}_2\text{(g)}$
 - $2 \text{Al(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{AlSO}_4\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
 - $\text{Al(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(g)} \rightarrow \text{AlSO}_4\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
 - $3 \text{Al(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{Al}_3\text{(SO}_4)_3\text{(aq)} + 2 \text{H}_2\text{(aq)}$
 - $2 \text{Al(g)} + 3 \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{Al}_2\text{(SO}_4)_3\text{(aq)} + 3 \text{H}_2\text{(g)}$
25. Persamaan reaksi yang benar antara besi(II)klorida dengan larutan natrium hidroksida adalah
- $\text{NaOH(aq)} + \text{FeCl}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{Fe(OH)(aq)} + \text{NaCl(aq)}$
 - $\text{NaOH(aq)} + \text{FeCl}_2\text{(aq)} \rightarrow \text{Fe(OH)}_2\text{(aq)} + \text{NaCl(aq)}$
 - $\text{NaOH(aq)} + \text{FeCl}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3\text{(aq)} + 3 \text{NaCl(aq)}$
 - $3 \text{NaOH(aq)} + \text{FeCl}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3\text{(aq)} + 3 \text{NaCl(aq)}$
 - $6 \text{NaOH(aq)} + 2 \text{FeCl}_3\text{(aq)} \rightarrow 2 \text{Fe(OH)}_2\text{(aq)} + 6 \text{NaCl(aq)}$

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

- Apakah nama senyawa berikut?
 - NaClO
 - P_2O_5
 - CuO
 - PbSO_4
 - HBr
 - Zn(OH)_2

2. Tuliskan rumus kimia dari senyawa berikut!
- Natrium hidroksida
 - Asam karbonat
 - Nitrogen (IV) oksida
 - Besi (III) karbonat
3. Dalam upaya memperoleh sidik jari di lokasi kejahatan, tim forensik sering mencampurkan larutan natrium klorida dengan larutan perak nitrat. Hasilnya berupa endapan perak klorida dan larutan natrium nitrat. Tuliskan persamaan reaksinya!
4. Pada panci aluminium yang kita gunakan setiap hari sebenarnya terdapat lapisan aluminium oksida yang tipis dan kuat. Lapisan ini terbentuk saat aluminium yang baru diproduksi mengalami kontak dengan oksigen di udara. Tuliskan reaksi pembentukan lapisan aluminium oksida!
5. Setarakan reaksi berikut:
- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



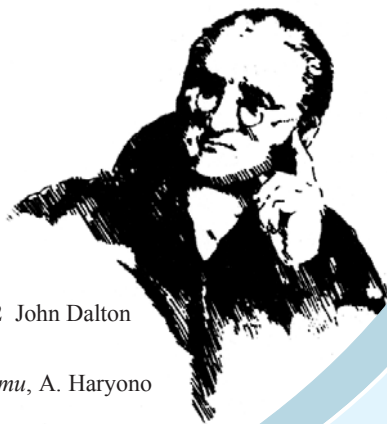


BAB 5

HUKUM-HUKUM DASAR KIMIA



Gb. 5.1 Gay-Lussac



Gb. 5.2 John Dalton

Sumber: *Kamus Penemu*, A. Haryono

Pada pelajaran bab kelima ini akan dipelajari tentang hukum Kekekalan Massa (Lavoisier), hukum Perbandingan Tetap (Proust), hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton), dan hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay-Lussac).

Bab 5

Hukum-hukum Dasar Kimia

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini kamu diharapkan mampu:

1. membuktikan Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) melalui percobaan;
2. menafsirkan data percobaan untuk membuktikan Hukum Proust;
3. menafsirkan data percobaan untuk membuktikan Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton);
4. menafsirkan data percobaan untuk membuktikan Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay-Lussac);
5. menghitung volume gas pereaksi atau hasil reaksi berdasarkan Hukum Gay-Lussac.

Pada Bab 5 kamu telah belajar tentang tata nama senyawa dan persamaan reaksi, maka pada bab ini kamu akan mempelajari hubungan kuantitatif unsur-unsur dalam senyawa dan pada persamaan reaksi kimia. Materi yang akan dibahas meliputi hukum Lavoisier (Hukum Kekekalan Massa), hukum Proust (Hukum Perbandingan Tetap), hukum Dalton (Hukum Kelipatan Berganda), dan hukum Gay-Lussac (Hukum Perbandingan Volume).



A. *Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)*

Apabila kita membakar kayu, maka hasil pembakaran hanya tersisa abu yang massanya lebih ringan dari kayu. Hal ini bukan berarti ada massa yang hilang. Akan tetapi, pada proses ini kayu bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan abu, gas karbon dioksida, dan uap air. Jika massa gas karbon dioksida dan uap air yang menguap diperhitungkan, maka hasilnya akan sama.

Kayu + gas oksigen \rightarrow abu + gas karbon dioksida + uap air
 Massa (kayu + gas oksigen) = massa (abu + gas karbon dioksida + uap air)



Gb. 5.3. Lavoisier

Sumber: Kimia Dasar Konsep-konsep Inti

Antoine Lavoisier (1743–1794) seorang pelopor yang percaya pentingnya membuat pengamatan kuantitatif dalam eksperimen, mencoba memanaskan 530 gram logam merkuri dalam wadah terhubung udara dalam silinder ukur pada sistem tertutup. Ternyata volume udara dalam silinder

berkurang $\frac{1}{5}$ bagian. Logam merkuri

berubah menjadi merkuri oksida sebanyak 572,4 gram. Besarnya kenaikan massa merkuri sebesar 42,4 gram

adalah sama dengan $\frac{1}{5}$ bagian udara

yang hilang yaitu oksigen.

Logam merkuri + gas oksigen \rightarrow merkuri oksida
 530 gram + 42,4 gram = 572,4 gram

Berdasarkan percobaan di atas Lavoisier merumuskan Hukum Kekekalan Massa yang berbunyi: *Dalam reaksi kimia, massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.*

Berikut ini contoh reaksi kimia yang berkaitan dengan Hukum Kekakalan Massa (Hukum Lavoisier).

Tabel 5.1 Massa zat-zat pereaksi dan hasil reaksi

No.	Pereaksi I	Pereaksi II	Hasil Reaksi
1	gas hidrogen 2 gram 4 gram 5 gram 6 gram	gas oksigen 16 gram 32 gram 40 gram 48 gram	air 18 gram 36 gram 45 gram 54 gram
2	karbon a. 6 gram b. 9 gram c. ... gram	gas oksigen 16 gram ... gram 40 gram	gas karbondioksida ... gram 33 gram 55 gram

Jawab:

- a. massa gas = massa karbon + massa gas
karbon dioksida oksigen.
= 6 + 16
= 22 gram
- b. massa gas = massa karbon dioksida – massa
oksigen karbon
= 33 – 9
= 24 gram
- c. massa karbon = massa karbon dioksida – massa
gas oksigen
= 55 – 40
= 15 gram



Percobaan

Membuktikan Hukum Kekekalan Massa

Tujuan percobaan: Membuktikan berlakunya Hukum Kekekalan Massa pada reaksi kimia.

Alat dan bahan:

- Tabung Y
- Gelas ukur
- Gelas kimia
- Neraca
- Pipet tetes
- Amplas
- Larutan KI
- Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
- Pita magnesium
- Larutan HCl
- Larutan CuSO_4
- Larutan NaOH

No.	Cara kerja	Pengamatan
1	Masukkan pada tabung Y masing-masing 5 mL larutan KI 0,1 M dan 5 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M.	- warna larutan KI - warna larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
2	Masukkan tabung Y ke dalam gelas kimia, kemudian timbanglah.	Massa kedua zat sebelum dicampur ... gram.
3	Campurkan kedua zat dalam tabung Y, kemudian timbang kembali dalam gelas kimia.	- warna setelah dicampur - massa zat setelah dicampur

No.	Cara kerja	Pengamatan
4	Ulangi langkah 1–3 dengan: a. 2 gram pita magnesium dan 5 mL larutan HCl 0,1 M; b. 5 ml larutan CuSO_4 0,1 M dan 5 mL larutan NaOH 0,1 M.	

Kesimpulan: Massa zat sebelum bereaksi = ... gram.
Massa zat sesudah bereaksi = ... gram.
Jadi



B. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Tahun 1799 Joseph Proust melakukan percobaan dengan mereaksikan hidrogen dan oksigen. Ternyata hidrogen dan oksigen selalu bereaksi membentuk air dengan perbandingan massa yang tetap yaitu 1 : 8.

Tabel 5.2 Perbandingan massa hidrogen dan oksigen membentuk air

Massa hidrogen yang direaksikan (gram)	Massa oksigen yang direaksikan (gram)	Massa air yang terbentuk (gram)	Sisa hidrogen atau oksigen (gram)
1	8	9	0
2	8	9	1 gram hidrogen
1	9	9	1 gram oksigen
2	16	18	0

Berdasarkan hasil percobaan yang diperolehnya, dia menyimpulkan bahwa: *Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap.*

Contoh soal:

Perbandingan unsur nitrogen dan unsur hidrogen pada pembentukan amonia sebesar 14 : 3. Jika 28 gram gas nitrogen dan 9 gram gas hidrogen direaksikan, maka tentukan:

- massa amonia yang terbentuk;
- zat yang tersisa dan banyaknya!

Jawab:

Perbandingan massa nitrogen, ($28 : 14 = 2$) adalah 2 kali angka perbandingan, sedangkan hidrogen ($9 : 3 = 3$) adalah 3 kali angka perbandingan. Jadi, nitrogen habis bereaksi dan hidrogen bersisa.

- massa amonia yang dihasilkan = $\frac{17}{14} \times 28 = 34$ gram
- massa hidrogen yang bereaksi = $\frac{13}{14} \times 28 = 6$ gram
massa hidrogen sisa = $9 - 6 = 3$ gram

$$\text{Massa zat yang dicari} = \frac{\text{perbandingan zat yang dicari}}{\text{perbandingan zat yang diketahui}} \times \text{massa zat yang diketahui}$$



C. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

Dua unsur dapat membentuk lebih dari satu macam senyawa. Misalnya unsur karbon dengan oksigen dapat membentuk karbon monoksida dan karbon dioksida. John Dalton (1766–1844) mengamati adanya suatu keteraturan perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa. Berdasarkan percobaan yang dilakukan Dalton diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5.3 Hasil percobaan Dalton.

Jenis senyawa	Massa nitrogen yang dihasilkan (gram)	Massa oksigen yang dihasilkan (gram)	Massa senyawa yang terbentuk (gram)
Nitrogen monoksida	0,875	1,00	1,875
Nitrogen dioksida	1,75	1,00	2,75

Perbandingan nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida dan nitrogen monoksida: $\frac{1,75}{0,875} = \frac{2}{1}$

Berdasarkan hasil percobaan tersebut, Dalton menyimpulkan bahwa:

Jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu macam senyawa maka perbandingan massa unsur dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana.

Contoh soal:

Karbon dan oksigen dapat membentuk dua macam senyawa yaitu CO dan CO₂. Jika kandungan karbon pada senyawa CO dan CO₂ berturut-turut 42,85% dan 27,2%. Apakah data ini sesuai hukum Dalton?

Jawab:

Dimisalkan senyawa CO dan CO₂ masing-masing 100 gram.

Tabel 5.4 Perbandingan massa C dan O pada senyawa CO dan CO₂

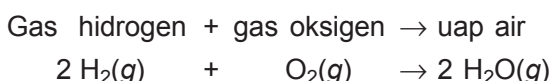
Senyawa	Massa senyawa (gram)	Massa karbon (gram)	Massa oksigen (gram)	Massa karbon : massa oksigen
CO	100	42,85	57,15	42,85 : 57,15 = 1 : 1,33
CO ₂	100	27,2	72,8	27,2 : 72,8 = 1 : 2,66

Perbandingan massa oksigen dalam CO₂ dan CO = 2,66 : 1,33 = 2 : 1. Perbandingan massa oksigen dalam kedua senyawa adalah bulat sederhana, sesuai dengan hukum Dalton.



D. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay-Lussac)

Di awal tahun 1781 Joseph Priestley (1733–1804) menemukan hidrogen dapat bereaksi dengan oksigen membentuk air, kemudian Henry Cavendish (1731–1810) menemukan volume hidrogen dan oksigen yang bereaksi membentuk uap air mempunyai perbandingan 2 : 1. Dilanjutkan William Nicholson dan Anthony Carlisle berhasil menguraikan air menjadi gas hidrogen dan oksigen melalui proses elektrolisis. Ternyata perbandingan volume hidrogen dan oksigen yang terbentuk 2 : 1. Pada tahun 1808 Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) berhasil mengukur volume uap air yang terbentuk, sehingga diperoleh perbandingan volume hidrogen : oksigen : uap air = 2 : 1 : 2.

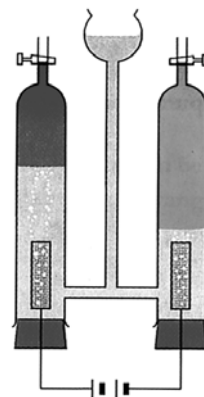


Perbandingan tersebut berupa bilangan bulat sederhana. Berdasarkan hasil percobaan ini, Gay-Lussac menyimpulkan bahwa:

Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat sederhana.

Contoh soal:

1. Sebanyak 2,3 liter gas A bereaksi dengan 1,15 liter gas B menghasilkan 3,45 liter gas C. Jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama, apakah reaksi ini sesuai dengan Hukum Perbandingan Volume?



Gb. 5.4 Elektrolisis air

Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*

Jawab:

Perbandingan volume gas A : B : C = 2,3 : 1,15 : 3,45
= 2 : 1 : 3

Perbandingan volume gas A : B : C merupakan bilangan bulat sederhana maka reaksi di atas sesuai Hukum Perbandingan Volume.

2. Pada suhu tertentu 6 liter gas nitrogen direaksikan dengan gas hidrogen menghasilkan gas amonia. Jika pengukuran dilakukan pada suhu dan tekanan yang sama, maka tentukan:
- persamaan reaksi setaranya;
 - volume gas hidrogen yang bereaksi;
 - volume gas amonia yang terbentuk!

Jawab:

a. Persamaan reaksinya: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$

$$\begin{aligned}\text{b. Volume H}_2 &= \frac{\text{koefisien H}_2}{\text{koefisien N}_2} \times \text{volume N}_2 \\ &= \frac{3}{1} \times 6 \\ &= 18 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. Volume NH}_3 &= \frac{\text{koefisien NH}_3}{\text{koefisien N}_2} \times \text{volume N}_2 \\ &= \frac{2}{1} \times 6 \\ &= 12 \text{ liter}\end{aligned}$$

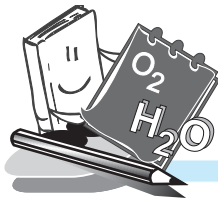
Perbandingan gas $\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{NH}_3 = 6 : 18 : 12$
= 1 : 3 : 2

Perbandingan volume gas $\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{NH}_3$ merupakan bilangan bulat dan sederhana maka sesuai Hukum Perbandingan Volume.



Rangkuman

1. **Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)** menyatakan bahwa dalam suatu reaksi kimia massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.
2. **Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)** menyatakan bahwa perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap.
3. **Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)** menyatakan bahwa jika dua jenis unsur dapat membentuk lebih dari dua macam senyawa, dan jika massa salah satu unsur dalam senyawa-senyawa itu tetap maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana.
4. **Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay-Lussac)** menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat sederhana.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Pada proses besi berkarat, maka
 - A. massa besi = massa karat besi
 - B. massa besi > massa karat besi
 - C. massa besi < massa karat besi
 - D. massa besi tetap
 - E. massa besi berubah
2. Perbandingan massa atom-atom dalam senyawa adalah tetap. Pernyataan ini dikemukakan oleh

A. Lavoisier	D. Gay-Lussac
B. Dalton	E. Avogadro
C. Proust	

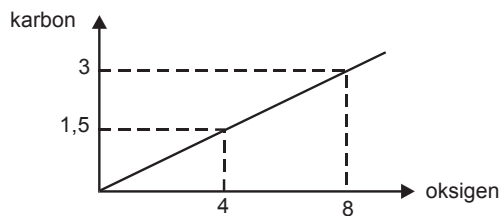
3. Pada percobaan: $2 \text{ C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{ CO(g)}$ diperoleh data:

Massa atom C (gram)	Massa atom O (gram)
6	8
10,5	14
15	20

Perbandingan massa unsur C dan O dalam senyawa CO adalah

- A. 2 : 3
B. 4 : 3
C. 3 : 4
D. 3 : 2
E. 2 : 4
4. Jika perbandingan massa hidrogen dan oksigen dalam air adalah 1 : 8, maka untuk menghasilkan 45 gram air dibutuhkan
- A. 5 gram hidrogen dan 40 gram oksigen
B. 40 gram hidrogen dan 5 gram oksigen
C. 5 gram hidrogen dan 8 gram oksigen
D. 5 gram hidrogen dan 9 gram oksigen
E. 45 gram hidrogen dan 5 gram oksigen
5. Dua buah unsur A dan B dapat membentuk dua macam senyawa. Senyawa I mengandung A 25% dan senyawa B mengandung A 50%. Untuk A yang sama perbandingan B pada senyawa I dan II adalah
- A. 1 : 2
B. 1 : 3
C. 2 : 1
D. 3 : 1
E. 2 : 3
6. Suatu cuplikan mengandung besi dan belerang diambil dari dua tempat penambangan yang berbeda. Cuplikan I sebanyak 5,5 gram mengandung 3,5 gram besi dan 2 gram belerang. Cuplikan II sebanyak 11 gram mengandung 7 gram besi dan 4 gram belerang. Maka perbandingan besi dan belerang pada cuplikan I dan II adalah
- A. 1 : 2
B. 2 : 1
C. 7 : 4
D. 4 : 7
E. 2 : 7

12. Bila 6 gram magnesium dibakar di udara terbuka diperoleh 10 gram magnesium oksida, maka oksigen yang diperlukan adalah ... gram.
- A. 16
B. 10
C. 6
D. 4
E. 3
13. Satu gram hidrogen dapat bereaksi dengan 8 gram oksigen, maka air yang terbentuk adalah
- A. 1 gram
B. 2 gram
C. 8 gram
D. 9 gram
E. 10 gram
14. Pada pembakaran gas CH_4 menurut reaksi:
 $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g)$. Perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berturut-turut adalah
- A. 1 : 2 : 1 : 1
B. 2 : 1 : 2 : 1
C. 1 : 2 : 1 : 2
D. 1 : 1 : 2 : 2
E. 1 : 2 : 2 : 1
15. Perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa selalu tetap, pernyataan tersebut dikemukakan oleh
- A. Dalton
B. Gay-Lussac
C. Avogadro
D. Proust
E. Doberainer
16. Bila dari percobaan diperoleh grafik hubungan massa karbon dan massa oksigen dalam membentuk karbon dioksida adalah sebagai berikut.



Maka perbandingan massa karbon dengan massa oksigen adalah

- A. 1 : 8
B. 8 : 1
C. 1 : 2
D. 3 : 8
E. 8 : 3

17. Dalam senyawa belerang trioksida perbandingan massa belerang dengan oksigen adalah 2 : 3. Bila 36 gram belerang direaksikan dengan 48 gram oksigen, maka pernyataan yang benar adalah
- A. kedua pereaksi habis bereaksi
 - B. pada akhir reaksi tersisa oksigen
 - C. belerang trioksida yang terbentuk maksimum 80 gram
 - D. pada akhir reaksi tersisa belerang 5 gram
 - E. pada reaksi tersebut tidak berlaku Hukum Kekekalan Massa
18. Gas oksigen (H_2) dapat bereaksi dengan gas oksigen (O_2) menghasilkan uap air (H_2O), menurut reaksi: $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Pada tekanan dan suhu yang sama, sejumlah gas hidrogen tepat habis bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan 40 liter uap air, maka
- A. gas H_2 yang bereaksi adalah 20 liter
 - B. gas H_2 yang bereaksi adalah 40 liter
 - C. gas H_2 yang bereaksi adalah 60 liter
 - D. gas O_2 yang bereaksi adalah 60 liter
 - E. gas O_2 yang bereaksi adalah 80 liter
19. Bila dua macam unsur dapat membentuk beberapa senyawa, maka massa unsur-unsur pertama yang bersenyawa dengan massa yang sama dari unsur kedua adalah berbanding sebagai bilangan mudah dan bulat. Pernyataan ini dikemukakan oleh
- A. Proust
 - B. Lavoisier
 - C. Dalton
 - D. Gay-Lussac
 - E. Avogadro
20. Bila gas SO_2 direaksikan dengan oksigen terjadi reaksi: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$. Jika volume gas belerang dioksida yang bereaksi 4 liter, maka
- A. dibutuhkan 1 liter gas oksigen
 - B. dibutuhkan 4 liter gas oksigen
 - C. dibutuhkan 6 liter gas oksigen
 - D. dihasilkan 4 liter gas belerang trioksida
 - E. dihasilkan 2 liter gas belerang trioksida

21. Jika 1 liter gas A_2 bereaksi dengan 2 liter gas B_2 , dihasilkan 2 liter gas, maka rumus kimia gas hasil adalah
- A. AB_2
 - B. AB
 - C. A_2B
 - D. A_2B_3
 - E. A_3B_2
22. Berikut ini pernyataan yang sesuai dengan bunyi hukum Avogadro adalah
- A. pada tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah ion yang sama
 - B. pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah unsur yang sama
 - C. pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang tidak sama
 - D. pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama
 - E. pada suhu dan tekanan yang tidak sama, semua gas yang volumenya sama mengandung molekul yang sama
23. Hukum Proust disebut juga
- A. Hukum Perbandingan Volume
 - B. Hukum Perbandingan Berganda
 - C. Hukum Kekekalan Massa
 - D. Hukum Perbandingan Tetap
 - E. Hukum Kekekalan Energi
24. Pada suhu dan tekanan tertentu terjadi reaksi dengan persamaan reaksi: $2 H_2S(g) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 H_2O(g) + 2 SO_2(g)$. Perbandingan jumlah $H_2S : O_2 : H_2O : SO_2 = 2 : 3 : 2 : 2$ merupakan perbandingan
- A. massa dan volume
 - B. massa dan molekul
 - C. atom dan molekul
 - D. atom dan volume
 - E. volume dan molekul

25. Perbandingan massa kalsium dan massa oksigen membentuk kalsium oksida adalah 5 : 2. Jika 20 gram kalsium direaksikan dengan 10 gram oksigen, maka massa kalsium oksida yang terbentuk adalah
- A. 10 gram D. 30 gram
B. 20 gram E. 36 gram
C. 28 gram

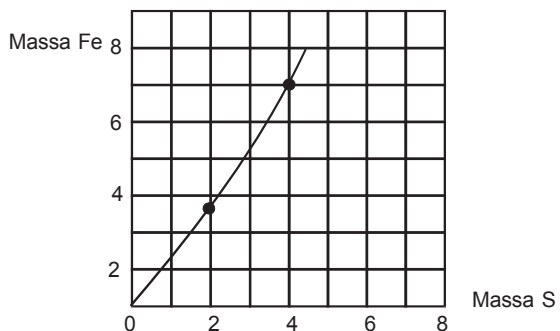
B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

- Mengapa Hukum Kekekalan Massa seolah-olah tidak berlaku pada peristiwa pembakaran kayu?
 - Pada pembakaran magnesium di udara dihasilkan abu yang berwarna putih. Bagaimana massa abu yang dihasilkan setelah pembakaran dibandingkan dengan massa magnesium?
- Sepuluh gram tembaga dengan empat gram belerang membentuk tembaga(II)sulfida. Perbandingan massa tembaga dan belerang dalam senyawa itu adalah 2 : 1. Berapa gram tembaga(II)sulfida yang terbentuk?

3. Diketahui grafik hubungan massa Fe dan S sebagai berikut!

Berdasarkan grafik tersebut, hitunglah:

- massa Fe yang dibutuhkan apabila massa S (belerang) yang direaksikan 2 gram;
- massa FeS yang terbentuk bila 7 gram Fe direaksikan dengan 7 gram S!



4. Gas propana C_3H_8 terbakar menurut persamaan:
 $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5 \text{O}_2(g) \rightarrow 3 \text{CO}_2(g) + 4 \text{H}_2\text{O}(g)$.
Bila 10 liter gas propana dibakar dengan 60 liter gas O_2 ,
tentukan volume gas sesudah reaksi!
5. Untuk membakar 11,2 liter gas hidrokarbon tepat diperlukan 20 liter gas oksigen dan dihasilkan 22,4 liter gas CO_2 .
Apabila semua gas diukur pada suhu dan tekanan sama,
bagaimana rumus molekul gas hidrokarbon tersebut?





BAB 6

PERHITUNGAN KIMIA



Gb. 6.1 Amadeo Avogadro
Sumber: *Jendela Iptek*

Pada pelajaran keenam ini akan dipelajari tentang hipotesis Avogadro, mol, kadar zat, rumus empiris dan rumus molekul, dan garam hidrat.

Bab 6

Perhitungan Kimia

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu:

1. Menemukan hubungan antara volume gas dengan jumlah molekulnya diukur pada suhu dan tekanan yang sama (Hipotesis Avogadro).
2. Menjelaskan pengertian mol sebagai satuan jumlah zat.
3. Mengkonversikan jumlah mol dengan jumlah partikel, massa, dan volume zat.
4. Menentukan pereaksi pembatas dalam suatu reaksi.
5. Menentukan rumus empiris, rumus molekul, dan air kristal serta kadar zat dalam suatu senyawa.

Setelah mempelajari hukum Gay-Lussac yang menjelaskan pengukuran gas-gas yang bereaksi dan hasil reaksi, maka pada bab ini akan dibahas hipotesis Avogadro yang menghubungkan antara volume gas dan jumlah molekul gas jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama.

Materi hukum-hukum dasar kimia yang telah dibahas di depan akan diterapkan dalam perhitungan kimia berikut. Untuk lebih mendalami perhitungan kimia, berikut akan dibahas tentang mol dan hubungannya dengan massa, volume dan jumlah partikel, kemudian dilanjutkan kadar zat, rumus empiris, rumus molekul, garam hidrat dan pereaksi pembatas.



A. *Hipotesis Avogadro*

Tahun 1811 Amadeo Avogadro menjelaskan Hukum Gay-Lussac dengan hipotesis yang kemudian dikenal sebagai

teori Avogadro. Dalam teorinya, Avogadro menjelaskan bahwa:

Gas-gas yang mempunyai volume sama pada suhu dan tekanan yang sama mempunyai jumlah molekul sama.

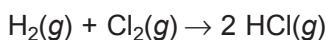
Contoh:



misalkan setiap 1 bagian volume gas mempunyai x molekul gas tersebut, maka:



Persamaan reaksi di atas dapat ditulis:



Perbandingan volume $\text{H}_2(g) : \text{Cl}_2(g) : \text{HCl}(g) = 1 \text{ volume} : 1 \text{ volume} : 2 \text{ volume} = 1 : 1 : 2$

Perbandingan molekul $\text{H}_2(g) : \text{Cl}_2(g) : \text{HCl}(g) = x : x : 2x = 1 : 1 : 2$

Perbandingan koefisien $\text{H}_2(g) : \text{Cl}_2(g) : \text{HCl}(g) = 1 : 1 : 2$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama:

perbandingan volume = perbandingan molekul = perbandingan koefisien

Contoh soal:

1. Jika 5 liter gas hidrogen pada suhu dan tekanan yang sama jumlah molekulnya $3n$, maka tentukan:
 - a. volume gas CO_2 yang mengandung $6n$ buah molekul CO_2 ;
 - b. jumlah molekul dari 15 liter gas oksigen!

Jawab:

- a. volume gas CO_2

$$= \frac{\text{jumlah molekul CO}_2}{\text{jumlah molekul H}_2} \times \text{volume H}_2$$

$$= \frac{6n}{3n} \times 5 = 10 \text{ liter}$$

b. jumlah molekul gas oksigen

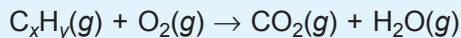
$$= \frac{\text{volume O}_2}{\text{volume H}_2} \times \text{jumlah molekul H}_2$$

$$= \frac{15}{5} \times 3n$$

$$= 9n \text{ buah molekul}$$

2. Diketahui 0,5 liter gas hidrokarbon C_xH_y tepat bereaksi dengan 1,75 liter gas oksigen menghasilkan 1 liter gas karbon dioksida dan 1,5 liter uap air. Semuanya diukur pada suhu dan tekanan yang sama. Tentukan rumus gas hidrokarbon tersebut!

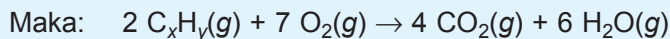
Jawab:



Perbandingan volume $C_xH_y : O_2 : CO_2 : H_2O$

$$= 0,5 \text{ L} : 1,75 \text{ L} : 1 \text{ L} : 1,5 \text{ L}$$

$$= 2 : 7 : 4 : 6$$



Jumlah atom C di kiri = jumlah atom C di kanan

$$2x = 4$$

$$x = 2$$

Jumlah atom H di kiri = jumlah atom H di kanan

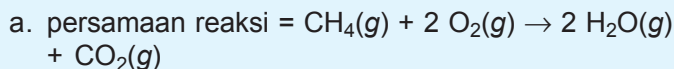
$$2y = 12$$

$$y = 6$$

Jadi, rumus gas hidrokarbon tersebut adalah C_2H_6 .

3. Tiga liter gas metana (CH_4) dibakar sempurna menghasilkan gas CO_2 dan H_2O . Jika pengukuran dilakukan pada suhu dan tekanan yang sama, maka tentukan:
- persamaan reaksinya;
 - volume gas oksigen yang diperlukan;
 - volume gas CO_2 yang dihasilkan;
 - volume uap air yang dihasilkan!

Jawab:



b. volume gas oksigen

$$= \frac{\text{koefisien O}_2}{\text{koefisien CH}_4} \times \text{volume metana}$$

$$= \frac{2}{1} \times 3$$

$$= 6 \text{ liter}$$

c. volume gas CO_2

$$= \frac{\text{koefisien } \text{CO}_2}{\text{koefisien } \text{CH}_4} \times \text{volume metana}$$

$$= \frac{1}{1} \times 3$$

$$= 3 \text{ liter}$$

d. volume uap air

$$= \frac{\text{koefisien } \text{H}_2\text{O}}{\text{koefisien } \text{CH}_4} \times \text{volume metana}$$

$$= \frac{2}{1} \times 3$$

$$= 6 \text{ liter}$$



B. Mol

Kamu tentu pernah mendengar satuan dosin, gros, rim, atau kodi untuk menyatakan jumlah benda. Banyaknya partikel dinyatakan dalam satuan mol.

Satuan mol sekarang dinyatakan sebagai jumlah partikel (atom, molekul, atau ion) dalam suatu zat. Para ahli sepakat bahwa satu mol zat mengandung jumlah partikel yang sama dengan jumlah partikel dalam 12,0 gram isotop C-12 yakni $6,02 \times 10^{23}$ partikel. Jumlah partikel ini disebut **Bilangan Avogadro** ($N_A = \text{Number Avogadro}$) atau dalam bahasa Jerman **Bilangan Loschmidt** (L).

Jadi, definisi satu mol adalah sebagai berikut.

Satu mol zat menyatakan banyaknya zat yang mengandung jumlah partikel yang sama dengan jumlah partikel dalam 12,0 gram isotop C-12.

Misalnya:

1. 1 mol unsur Na mengandung $6,02 \times 10^{23}$ atom Na.
2. 1 mol senyawa air mengandung $6,02 \times 10^{23}$ molekul air.
3. 1 mol senyawa ion NaCl mengandung $6,02 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $6,02 \times 10^{23}$ ion Cl^- .

1. Hubungan mol dengan jumlah partikel

Hubungan mol dengan jumlah partikel dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned} \text{kuantitas (dalam mol)} &= \frac{\text{jumlah partikel}}{N_A} \\ \text{atau} \\ \text{jumlah partikel} &= \text{mol} \times N_A \end{aligned}$$

Contoh soal:

Suatu sampel mengandung $1,505 \times 10^{23}$ molekul Cl_2 , berapa mol kandungan Cl_2 tersebut?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas (dalam mol) } \text{Cl}_2 &= \frac{\text{jumlah partikel } \text{Cl}_2}{N_A} \\ &= \frac{1,505 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \\ &= 0,25 \text{ mol} \end{aligned}$$

2. Hubungan mol dengan massa

Sebelum membahas hubungan mol dengan massa terlebih dahulu akan diperkenalkan Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif.

a. Massa Atom Relatif (A_r)

IUPAC telah menetapkan 1 sma = $\frac{1}{12}$ massa satu atom C-12 isotop

Atom H mempunyai kerapatan 8,400% dari kerapatan C-12. Jadi, massa atom H = $0,08400 \times 12,00 \text{ sma} = 1,008 \text{ sma}$. Dari perhitungan yang sama kita bisa mengetahui massa atom O = 16,00 sma. Demikian juga massa atom unsur-unsur yang lain.

Massa Atom Relatif (A_r) adalah perbandingan massa rata-rata suatu atom unsur terhadap $\frac{1}{12}$ massa satu

atom isotop C-12.

$$A_r X = \frac{\text{massa rata-rata 1 atom unsur}}{\frac{1}{12} \text{ massa 1 atom isotop C-12}}$$

$$A_r X = \frac{\text{massa rata-rata 1 atom unsur X}}{\frac{1}{12} \cdot 12 \text{ sma}}$$

$$A_r X = \text{massa rata-rata 1 atom unsur X.}$$

Di alam umumnya unsur terdiri atas campuran isotop, sehingga massa atomnya diambil rata-rata dari campuran isotopnya.

Contoh: Di alam terdapat campuran ^{35}Cl dan ^{37}Cl dengan perbandingan 75% dan 25%.

$$A_r \text{ Cl} = (75\% \times 35) + (25\% \times 37) = 35,5$$

b. Massa Molekul Relatif (M_r)

Massa molekul relatif (M_r) adalah perbandingan massa rata-rata satu molekul suatu senyawa terhadap $\frac{1}{12}$ massa 1 atom isotop C-12.

Berdasarkan pengertian molekul yang menyatakan bahwa molekul merupakan gabungan dari atom-atomnya, maka M_r merupakan jumlah A_r atom-atom penyusunnya.

$$M_r = \sum A_r$$

Contoh soal:

Hitung $M_r \text{ H}_2\text{SO}_4$ ($A_r \text{ H} = 1$, $\text{S} = 32$, dan $\text{O} = 16$)!

Jawab:

$$\begin{aligned} M_r \text{ H}_2\text{SO}_4 &= (2 \times A_r \text{ H}) + (1 \times A_r \text{ S} + 4 \times A_r \text{ O}) \\ &= (2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16) \\ &= 2 + 32 + 64 \\ &= 98 \end{aligned}$$

c. *Massa Molar*

Massa molar menyatakan massa yang dimiliki oleh 1 mol zat, yang besarnya sama dengan A_r atau M_r .

Untuk unsur:

1 mol unsur = A_r gram, maka dapat dirumuskan:

Massa 1 mol zat = A_r zat dinyatakan dalam gram

Untuk senyawa:

1 mol senyawa = M_r gram, maka dapat dirumuskan:

Massa 1 mol zat = M_r zat dinyatakan dalam gram

Contoh soal:

- 1) Hitung kuantitas dalam mol dari 240 gram Ca, jika diketahui A_r Ca = 40!

Jawab:

$$\begin{aligned}\text{Kuantitas (dalam mol) Ca} &= \frac{\text{Massa Ca}}{A_r \text{ Ca}} \\ &= \frac{240}{40} = 6 \text{ mol}\end{aligned}$$

- 2) Berapa gram besarnya massa dari 3 mol gas CO_2 ?

(A_r C = 12, O = 16)

Jawab:

$$\begin{aligned}M_r \text{ CO}_2 &= (1 \times A_r \text{ C}) + (2 \times A_r \text{ O}) \\ &= (1 \times 12) + (2 \times 16) \\ &= 12 + 32 \\ &= 44\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa CO}_2 &= \text{mol} \times M_r \\ &= 3 \times 44 \\ &= 132 \text{ gram}\end{aligned}$$

3. Hubungan mol dengan volume

a. *Gas pada keadaan standar*

Pengukuran kuantitas gas tergantung suhu dan tekanan gas. Jika gas diukur pada keadaan standar, maka volumenya disebut volume molar.

Volume molar adalah volume 1 mol gas yang diukur pada keadaan standar. Keadaan standar yaitu keadaan pada suhu 0 °C (atau 273 K) dan tekanan 1 atmosfer (atau 76 cmHg atau 760 mmHg) atau disingkat STP (*Standard Temperature and Pressure*).

Besarnya volume molar gas dapat ditentukan

dengan persamaan gas ideal:

$$PV = nRT$$

P = tekanan = 1 atm

n = mol = 1 mol gas

T = suhu dalam Kelvin = 273 K

R = tetapan gas = 0,082 liter atm/mol K

Maka:

$$PV = nRT$$

$$1 \cdot V = 1 \cdot 0,082 \cdot 273$$

$$V = 22,389$$

$$V = 22,4 \text{ liter}$$

Jadi, volume standar = $V_{STP} = 22,4$ liter.

Dapat dirumuskan:

$$V = n \times V_m$$

n = jumlah mol

$V_m = V_{STP}$ = volume molar

Contoh soal:

- 1) Berapa kuantitas (dalam mol) gas hidrogen yang volumenya 6,72 liter, jika diukur pada suhu 0 °C dan tekanan 1 atm?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas (dalam mol) H}_2 &= \frac{\text{volume H}_2}{V_{STP}} \\ &= \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ mol} \end{aligned}$$

- 2) Hitung massa dari 4,48 liter gas C_2H_2 yang diukur pada keadaan standar!

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas (dalam mol) C}_2\text{H}_2 &= \frac{\text{volume C}_2\text{H}_2}{V_{STP}} \\ &= \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa C}_2\text{H}_2 &= \text{mol} \times M_r \text{C}_2\text{H}_2 \\ &= 0,2 \times 26 \\ &= 5,2 \text{ gram}\end{aligned}$$

- 2) Hitung volume dari $3,01 \times 10^{23}$ molekul NO_2 yang diukur pada suhu 0°C dan tekanan 76 cmHg!

Jawab:

$$\begin{aligned}\text{kuantitas (dalam mol) NO}_2 &= \frac{\text{jumlah partikel}}{N_A} \\ &= \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \\ &= 0,5 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume NO}_2 &= \text{mol} \times V_{\text{STP}} \\ &= 0,5 \times 22,4 \\ &= 11,2 \text{ liter}\end{aligned}$$

b. Gas pada keadaan nonstandar

Jika volume gas diukur pada keadaan ATP (*Ambient Temperature and Pressure*) atau lebih dikenal keadaan non-STP maka menggunakan rumus:

$$PV = nRT$$

P = tekanan, satuan P adalah atmosfer (atm)

V = volume, satuan V adalah liter

n = mol, satuan n adalah mol

R = tetapan gas = $0,082 \text{ liter atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

T = suhu, satuan T adalah Kelvin (K)

Contoh soal:

Tentukan volume 1,7 gram gas amonia yang diukur pada suhu 27°C dan tekanan 76 cmHg!

Jawab:

$$n = \frac{\text{massa amonia}}{M_r \text{ amonia}}$$

$$= \frac{1,7}{17} = 0,1 \text{ mol}$$

$$P = \frac{76}{76} = 1 \text{ atm}$$

$$T = (t + 273) \text{ K} = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$PV = nRT$$

$$1 \times V = 0,1 \times 0,082 \times 300$$

$$V = 2,46 \text{ liter}$$

4. Perhitungan kimia dalam reaksi kimia

Pada materi sebelumnya telah dijelaskan bahwa perbandingan koefisien menyatakan perbandingan jumlah partikel dan perbandingan volume, sedangkan mol merupakan jumlah partikel dibagi bilangan Avogadro. Perbandingan koefisien menyatakan perbandingan jumlah partikel, maka perbandingan koefisien juga merupakan perbandingan mol.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa:

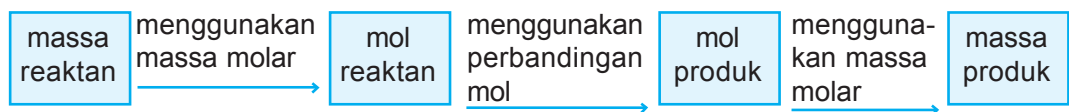
Perbandingan koefisien = perbandingan volume
 = perbandingan jumlah partikel
 = perbandingan mol

Misalnya pada reaksi: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$

a. Perbandingan volume $\text{N}_2(\text{g}) : \text{H}_2(\text{g}) : \text{NH}_3(\text{g}) = 1 : 3 : 2$

b. Perbandingan jumlah partikel $\text{N}_2(\text{g}) : \text{H}_2(\text{g}) : \text{NH}_3(\text{g}) = 1 : 3 : 2$

c. Perbandingan mol $\text{N}_2(\text{g}) : \text{H}_2(\text{g}) : \text{NH}_3(\text{g}) = 1 : 3 : 2$

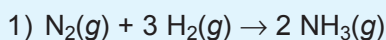


Contoh soal:

a. Pada reaksi pembentukan gas amonia (NH_3) dari gas nitrogen dan hidrogen, jika gas nitrogen yang direaksikan adalah 6 mol, maka tentukan:

- 1) jumlah mol gas hidrogen yang diperlukan;
- 2) jumlah mol gas amonia yang dihasilkan!

Jawab:



$$\begin{aligned}\text{mol H}_2 &= \frac{\text{koefisien H}_2}{\text{koefisien N}_2} \times \text{mol N}_2 \\ &= \frac{3}{1} \times 6 = 18 \text{ mol}\end{aligned}$$

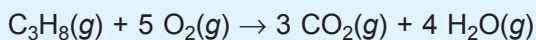
$$\begin{aligned}2) \text{ mol NH}_3 &= \frac{\text{koefisien NH}_3}{\text{koefisien N}_2} \times \text{mol N}_2 \\ &= \frac{2}{1} \times 6 = 12 \text{ mol}\end{aligned}$$

b. Pada pembakaran 8,8 gram C_3H_8 dengan gas oksigen menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Tentukan:

- 1) persamaan reaksinya;
- 2) massa gas oksigen yang dibutuhkan;
- 3) volume gas karbon dioksida yang dihasilkan jika diukur pada keadaan STP;
- 4) jumlah molekul uap air yang dihasilkan!

Jawab:

1) Persamaan reaksi:



2) Kuantitas (dalam mol) C_3H_8

$$= \frac{\text{massa C}_3\text{H}_8}{M_r}$$

$$= \frac{8,8}{44} = 0,2 \text{ mol}$$

Kuantitas (dalam mol) O_2

$$= \frac{\text{koefisien O}_2}{\text{koefisien C}_3\text{H}_8} \times \text{mol C}_3\text{H}_8$$

$$= \frac{5}{1} \times 0,2 = 1,0 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa O}_2 &= \text{mol} \times M_r \\ &= 1,0 \times 32 \\ &= 32 \text{ gram}\end{aligned}$$

3) Kuantitas (dalam mol) CO_2

$$= \frac{\text{koefisien } \text{CO}_2}{\text{koefisien } \text{C}_3\text{H}_8} \times \text{mol } \text{C}_3\text{H}_8$$

$$= \frac{3}{1} \times 0,2 \text{ mol} = 0,6 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } \text{CO}_2(\text{STP}) &= \text{mol} \times 22,4 \text{ L/mol} \\ &= 0,6 \times 22,4 \\ &= 13,44 \text{ liter} \end{aligned}$$

4) kuantitas (dalam mol) H_2O

$$= \frac{\text{koefisien } \text{H}_2\text{O}}{\text{koefisien } \text{C}_3\text{H}_8} \times \text{mol } \text{C}_3\text{H}_8$$

$$= \frac{4}{1} \times 0,2 \text{ mol} = 0,8 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah partikel } \text{H}_2\text{O} &= \text{mol} \times 6 \times 10^{23} \\ &= 0,8 \times 6 \times 10^{23} \\ &= 2,4 \times 10^{23} \text{ molekul } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

4. Pereaksi pembatas

Jika di dalam sebuah kotak tersedia 6 mur dan 10 baut, maka kita dapat membuat 6 pasang mur-baut. Baut tersisa 4 buah, sedangkan mur telah habis.

Dalam reaksi kimia, jika perbandingan mol zat-zat pereaksi tidak sama dengan perbandingan koefisiennya, maka ada pereaksi yang habis terlebih dulu. Pereaksi seperti ini disebut pereaksi pembatas.

Contoh soal:

Pada reaksi 0,5 mol gas N_2 dengan 2,5 mol gas H_2 menurut persamaan reaksi: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$

Tentukan:

- pereaksi pembatasnya;
- berapa gram zat yang tersisa?
($A_r \text{ N} = 14$ dan $\text{H} = 1$)!

Jawab:

a. Langkah 1

Mencari zat yang habis bereaksi

Reaksi	:	$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$
mula-mula	:	0,5 mol 2,5 mol
yang bereaksi	:	0,5 mol 1,5 mol
setelah reaksi	:	– 1,0 mol

Jadi, pereaksi yang habis bereaksi adalah N_2 .

b. Langkah 2

Mencari mol pereaksi yang bersisa.

		$\text{N}_2(\text{g})$	+	$3 \text{H}_2(\text{g})$
mula-mula	:	0,5 mol		2,5 mol
yang bereaksi	:	0,5 mol		1,5 mol
setelah reaksi	:	0 mol		1,0 mol

Pereaksi yang bersisa adalah H_2 sebanyak 1,0 mol

$$\begin{aligned}\text{Massa H}_2 \text{ yang sisa} &= \text{mol sisa} \times M_r \\ &= 1,0 \times 2 \\ &= 2 \text{ gram}\end{aligned}$$



C. Kadar Zat

Pada saat adikmu sakit panas, ibumu menyuruh membeli alkohol 70% di apotik. Apakah kamu tahu apa artinya alkohol 70%? Maksudnya dalam 100 mL larutan mengandung 70 mL alkohol dan 30 mL air. Begitu pula jika kamu membeli suatu produk makanan kemasan yang mengandung vitamin C 1%. Maksudnya dalam 100 gram makanan mengandung 1 gram vitamin C.

Kadar zat umumnya dinyatakan dalam persen massa (% massa). Untuk mendapatkan persen massa dapat menggunakan rumus:

$$\% \text{ X dalam zat} = \frac{\text{massa X}}{\text{massa zat}} \times 100\%$$

Contoh soal:

1. Hitung massa kafein yang terkandung dalam secangkir kopi (200 gram) yang kadarnya 0,015%!

Jawab:

$$\% \text{ massa kafein} = \frac{\text{massa kafein}}{\text{massa kopi}} \times 100\%$$

$$0,015\% = \frac{\text{massa kafein}}{200} \times 100\%$$

$$\text{Massa kafein} = 0,03 \text{ gram}$$

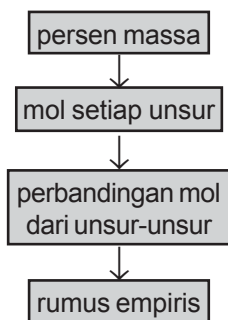
2. Tentukan persen C dalam glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), jika diketahui $A_r \text{ C} = 12$, $\text{O} = 16$, dan $\text{H} = 1$!

Jawab:

$$\begin{aligned}\% \text{ massa C} &= \frac{\text{jumlah atom C} \times A_r \text{ C}}{M_r \text{ glukosa}} \times 100\% \\ &= \frac{6 \times 12}{180} \times 100\% \\ &= 40\%\end{aligned}$$



D. Rumus Empiris dan Rumus Molekul



Bagan 6.1
Langkah-langkah menentukan empiris

Rumus kimia dibagi dua, yaitu rumus empiris dan rumus molekul. Rumus empiris adalah rumus kimia yang menggambarkan perbandingan mol terkecil dari atom-atom penyusun senyawa.

Salah satu cara menentukan rumus empiris dan rumus molekul dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

Persen massa \rightarrow mol setiap unsur \rightarrow perbandingan mol dari unsur-unsur \rightarrow rumus empiris $\xrightarrow{\text{data } M_r}$ rumus molekul.

Rumus molekul adalah rumus sebenarnya dari suatu senyawa. Rumus molekul dapat ditentukan jika massa molekul relatif diketahui. Contoh soal berikut ini merupakan salah satu cara menentukan rumus empiris dan rumus molekul.

Contoh soal:

Seorang teknisi kimia membakar 4,5 gram sampel senyawa organik yang mengandung C, H, dan O. Jika gas oksigen yang digunakan murni ternyata menghasilkan 6,6 gram CO_2 dan 2,7 gram H_2O . Tentukan:

1. rumus empiris senyawa organik tersebut (A_r C = 12, O = 16, dan H = 1);
2. rumus molekul senyawa organik tersebut jika diketahui M_r -nya = 30!

Jawab:

1. Massa C dalam CO_2

$$= \frac{\text{jumlah C} \times A_r \text{ C}}{M_r \text{ CO}_2} \times \text{massa CO}_2$$

$$= \frac{1 \times 12}{44} \times 6,6 = 1,8 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas (dalam mol) C} &= \frac{\text{massa C}}{A_r \text{ C}} \\ &= \frac{1,8}{12} = 0,15 \text{ mol} \end{aligned}$$

Massa H dalam H_2O

$$= \frac{\text{jumlah H} \times A_r \text{ H}}{M_r \text{ H}_2\text{O}} \times \text{massa H}_2\text{O}$$

$$= \frac{2 \times 1}{18} \times 2,7 = 0,3 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas (dalam mol) H} &= \frac{\text{massa H}}{A_r \text{ H}} \\ &= \frac{0,3}{1} = 0,3 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa O} &= \text{massa sampel} - \text{massa C} - \text{massa H} \\ &= 4,5 - 1,8 - 0,3 = 2,4 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas (dalam mol) O} &= \frac{\text{massa O}}{A_r \text{ O}} \\ &= \frac{2,4}{16} = 0,15 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol C : mol H : mol O} &= 0,15 : 0,3 : 0,15 \\ &= 1 : 2 : 1 \end{aligned}$$

Jadi, rumus empiris senyawa karbon tersebut adalah CH_2O .

2. Rumus empiris = $(\text{CH}_2\text{O})_n$

maka: $M_r = (\text{CH}_2\text{O})_n$

$$30 = (12 + (2 \times 1) + 16)n$$

$$30 = 30n$$

$$n = 1$$

Jadi, rumus molekul senyawa karbon tersebut adalah $(\text{CH}_2\text{O})_1 = \text{CH}_2\text{O}$ atau asam format.



E. Garam Hidrat

Kamu tentu pernah mendengar gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yang digunakan untuk menyambung tulang atau garam inggris/ garam epsom ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) yang digunakan untuk obat pencuci perut. Kedua senyawa tersebut merupakan contoh garam hidrat. Garam hidrat adalah garam yang mengikat air.

Jika garam hidrat melepaskan air kristal yang terikat disebut garam anhidrat. Cara mencari jumlah air kristal yang terikat pada garam hidrat adalah dengan rumus:

$$x = \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol garam hidrat}}$$

Contoh soal:

Sebanyak 8,6 gram garam hidrat dipanaskan hingga semua air kristalnya menguap dan membentuk 6,8 gram CaSO_4 . Jika A_r Ca = 40, O = 16, S = 32, dan H = 1, maka tentukan rumus garam hidrat tersebut!

Jawab:

$$\text{Kuantitas CaSO}_4 = \frac{\text{massa CaSO}_4}{M_r \text{ CaSO}_4} = \frac{6,8}{136} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa air} &= \text{massa garam hidrat} - \text{massa garam anhidrat} \\ &= 8,6 - 6,8 = 1,8 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuantitas air} &= \frac{\text{massa air}}{M_r \text{ air}} \\ &= \frac{1,8}{18} = 0,1 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x &= \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol CaSO}_4} \\ &= \frac{0,1}{0,05} = 2\end{aligned}$$

Jadi, rumus garam hidratnya adalah $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

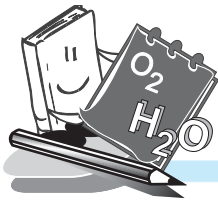


Rangkuman

1. Hipotesis Avogadro menyatakan bahwa: pada suhu dan tekanan yang sama gas-gas yang mempunyai volume sama akan mempunyai jumlah molekul yang sama pula.
2. Mol menyatakan jumlah partikel suatu zat yang besarnya sama dengan Bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23}$).
3. Massa molar adalah massa satu mol zat yang besarnya sama dengan A_r/M_r -nya.
4. Volume molar adalah volume satu mol gas yang diukur pada keadaan standar (STP = 0°C 1 atm). Besarnya sama dengan 22,4 liter.
5. Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis bereaksi terlebih dahulu dalam reaksi kimia.
6. Kadar zat umumnya dinyatakan dalam persen (%) massa.

$$\% \text{ massa X dalam zat} = \frac{\text{massa X}}{\text{massa zat}} \times 100\%$$

7. Rumus empiris adalah rumus kimia yang menyatakan perbandingan mol terkecil dari atom-atom unsur penyusun senyawa.
8. Rumus molekul adalah rumus kimia yang menyatakan jumlah atom-atom unsur dalam satu molekul senyawa.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Jika dalam 1 liter gas SO_2 mengandung n molekul SO_2 , maka dalam 2 liter gas SO_3 terdapat sebanyak
A. n
B. $2n$
C. $4n$
D. $20n$
E. $40n$
2. Dua tabung yang volumenya sama berisi gas yang berbeda. Jika kedua gas dalam tabung diukur pada suhu dan tekanan yang sama akan mengandung
A. massa yang sama
B. unsur yang sama
C. molekul yang sama
D. atom yang sama
E. volume yang sama sebesar 22,4 liter
3. Pada suhu dan tekanan tertentu 2 L gas mengandung $3,01 \times 10^{23}$ molekul H_2 . Jika diukur pada P dan T yang sama 500 mL gas SO_2 mengandung jumlah molekul sebanyak
A. $12,04 \times 10^{23}$ molekul
B. $12,01 \times 10^{22}$ molekul
C. $6,01 \times 10^{23}$ molekul
D. $6,02 \times 10^{22}$ molekul
E. $3,01 \times 10^{23}$ molekul
4. Jika diketahui A_r N = 14, H = 1, S = 32, dan O = 16, maka $M_r (\text{NH}_4)_3\text{SO}_4$ adalah
A. 152
B. 142
C. 132
D. 122
E. 112

5. Suatu garam kristal $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ mempunyai $M_r = 242$.
Harga x adalah (A_r H = 1, S = 32, O = 16, Fe = 56)
- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5
6. Massa besi dalam 0,25 mol Fe_2O_3 adalah
- A. 80 gram
B. 40 gram
C. 30,1 gram
D. 15,5 gram
E. 4 gram
7. Jumlah mol dari 10 gram CaCO_3 adalah
- A. 25
B. 10
C. 1
D. 0,1
E. 0,01
8. Massa dari $3,02 \times 10^{23}$ atom oksigen adalah
(A_r O = 16)
- A. 2 gram
B. 4 gram
C. 8 gram
D. 16 gram
E. 32 gram
9. Satu gram zat berikut yang mengandung jumlah molekul paling sedikit adalah
(A_r O = 16, N = 14, H = 1, C = 12)
- A. CH_4
B. CO_2
C. H_2O
D. NO
E. NH_3
10. Suatu gas X sebanyak 4,25 gram jika diukur pada STP mempunyai volume 2,8 liter. M_r gas tersebut adalah
- A. 26
B. 28
C. 30
D. 32
E. 34

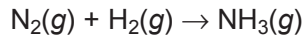
11. Pada tekanan dan suhu yang sama, 1 gram gas berikut mempunyai volume terbesar adalah
(A_r C = 12, O = 16, H = 1, S = 32, N = 14)
- A. CO_2
 - B. C_3H_4
 - C. C_4H_{10}
 - D. NO_2
 - E. SO_2
12. Pada suhu dan tekanan tertentu, 32 gram gas O_2 mempunyai volume 24 mL. Jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama 16 gram gas SO_2 akan mempunyai volume (A_r O = 16, S = 32)
- A. 6 mL
 - B. 12 mL
 - C. 24 mL
 - D. 36 mL
 - E. 48 mL
13. Pada pembakaran sempurna 4 gram gas metana menurut reaksi:
- $$\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$$
- Jika diukur pada tekanan dan suhu standar dibutuhkan O_2 sebanyak
- A. 1,12 liter
 - B. 11,2 liter
 - C. 2,24 liter
 - D. 22,4 liter
 - E. 44,8 liter
14. Volume oksigen yang dihasilkan pada reaksi pemanasan 49 gram kalium klorat ($M_r = 122,5$) pada keadaan standar adalah
- A. 4,48 liter
 - B. 11,2 liter
 - C. 17,92 liter
 - D. 8,96 liter
 - E. 13,44 liter

15. Logam Mg sebanyak 72 gram tepat bereaksi dengan gas nitrogen menurut reaksi:
 $\text{Mg(s)} + \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2(\text{s})$. Massa Mg_3N_2 yang dihasilkan adalah ($A_r \text{ Mg} = 24, \text{ N} = 14$)
- A. 25 gram
 - B. 50 gram
 - C. 75 gram
 - D. 100 gram
 - E. 125 gram
16. Pada pembakaran 4 liter gas etana volume gas CO_2 yang dihasilkan jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama adalah
 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- A. 1 liter
 - B. 2 liter
 - C. 4 liter
 - D. 6 liter
 - E. 8 liter
17. Berdasarkan reaksi:
 $\text{FeS}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g})$
Massa FeS_2 ($A_r \text{ Fe} = 56, \text{ S} = 32$) yang harus dibakar dengan oksigen agar diperoleh 2,24 liter gas SO_2 pada STP adalah
- A. 3 gram
 - B. 4,5 gram
 - C. 6 gram
 - D. 7,5 gram
 - E. 9 gram
18. Pada reaksi 0,3 mol AgNO_3 dan 0,3 mol K_3PO_4 menurut reaksi: $\text{AgNO}_3(\text{g}) + \text{K}_3\text{PO}_4(\text{g}) \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{g}) + \text{KNO}_3(\text{g})$. Yang menjadi pereaksi pembatas adalah
- A. AgNO_3
 - B. K_3PO_4
 - C. Ag_3PO_4
 - D. KNO_3
 - E. AgNO_3 dan K_3PO_4

19. Jika 0,2 mol H_2SO_4 direaksikan dengan 0,2 mol NaOH menurut reaksi: $\text{H}_2\text{SO}_4(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + \text{H}_2\text{O}(aq)$, maka Na_2SO_4 yang dihasilkan adalah
- A. 0,1 mol
 - B. 0,2 mol
 - C. 0,3 mol
 - D. 1 mol
 - E. 2 mol
20. Massa unsur C dalam 30 gram karbid (CaC_2) adalah ($A_r \text{ Ca} = 40, \text{ C} = 12$)
- A. 46,875 gram
 - B. 15 gram
 - C. 11,2 gram
 - D. 5,625 gram
 - E. 3 gram
21. Pembakaran sempurna 32 gram cuplikan belerang menghasilkan 48 gram belerang trioksida. Kadar belerang dalam cuplikan tersebut adalah ($A_r \text{ S} = 32, \text{ O} = 16$)
- A. 30%
 - B. 45%
 - C. 60%
 - D. 75%
 - E. 100%
22. Suatu senyawa karbon mengandung C, H, dan O. Jika 92 gram senyawa tersebut dibakar sempurna menghasilkan 176 gram CO_2 dan 108 gram H_2O ($A_r \text{ C} = 12, \text{ H} = 1, \text{ O} = 16$), maka rumus empiris senyawa tersebut adalah
- A. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
 - B. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
 - C. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$
 - D. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3$
 - E. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

23. Suatu gas seberat 10,5 gram mempunyai volume 3,36 liter pada STP. Jika rumus empiris gas tersebut adalah CH_2 maka rumus molekul gas tersebut adalah
- A. C_2H_2
 - B. C_3H_6
 - C. C_4H_8
 - D. C_5H_{10}
 - E. C_6H_{12}
24. Jika 38 gram $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dipanaskan akan menghasilkan 20 gram MgSO_4 , maka harga x adalah
(A_r Mg = 24, S = 32, O = 16, H = 1)
- A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 5
 - E. 6
25. Sebanyak 43 gram gips ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dipanaskan hingga air kristalnya menguap dan menghasilkan 34 gram CaSO_4 murni. Harga x adalah
(A_r Ca = 40, S = 32, O = 16, H = 1)
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
26. Suatu campuran terdiri atas 60% volume gas N_2 dan 40% volume gas O_2 , maka perbandingan molekul gas nitrogen dan oksigen dalam campuran itu adalah
- a. 3 : 2
 - b. 4 : 3
 - c. 21 : 16
 - d. 16 : 21
 - e. 2 : 3

27. Gas amonia terbentuk melalui reaksi:



Jika 10 liter gas nitrogen direaksikan dengan 27 liter gas hidrogen, maka gas amonia yang terbentuk jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama adalah ... liter.

- A. 20
 - B. 18
 - C. 27
 - D. 30
 - E. 36
28. "Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama," pernyataan ini dikemukakan oleh
- A. Dalton
 - B. Gay-Lussac
 - C. Proust
 - D. Lavoisier
 - E. Avogadro
29. Gas propana (C_3H_8) dibakar sempurna dengan reaksi:
- $$\text{C}_3\text{H}_8(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$$
- Maka setiap liter propana memerlukan oksigen sebanyak ... liter.
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
30. Dua liter senyawa hidrokarbon (C_xH_y) dibakar sempurna dengan 10 liter gas oksigen menghasilkan 6 liter gas karbon dioksida, maka rumus senyawa tersebut adalah
- A. CH_4
 - B. C_2H_4
 - C. C_2H_6
 - D. C_3H_6
 - E. C_3H_8

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

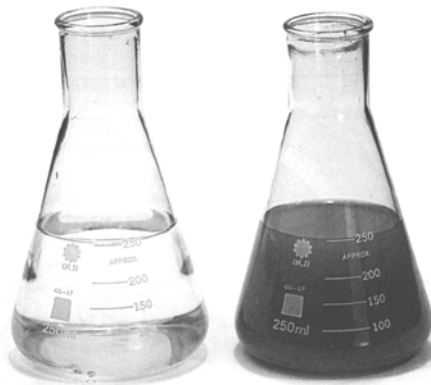
1. Berapa gram massa dari $1,5 \times 10^{23}$ molekul CO_2 ?
2. Logam aluminium 5,4 gram direaksikan dengan larutan HCl ($A_r \text{ Al} = 27$) menurut reaksi: $\text{Al}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{AlCl}_3(aq) + \text{H}_2(g)$ (belum setara). Berapa liter gas hidrogen yang dihasilkan jika diukur pada kondisi 0,1 mol gas CO_2 volumenya 10 liter?
3. Suatu oksida besi (senyawa besi dengan oksigen) sebanyak 40 gram ternyata mengandung 28 gram besi ($A_r \text{ Fe} = 56$ dan $\text{O} = 16$). Tentukan rumus oksida besi tersebut!
4. Allisin adalah senyawa yang menyebabkan bau yang khas pada bawang putih. Analisis dari senyawa ini diperoleh data 44,4%C; 6,21%H; 39,5%S, dan 9,86%O. Tentukan rumus empirisnya! Jika massa molarnya sekitar 162 gram, bagaimana rumus molekulnya?
5. Logam Mg yang tidak murni sebanyak 30 gram direaksikan dengan larutan H_2SO_4 ($A_r \text{ Mg} = 24$) ternyata menghasilkan 22,4 liter gas hidrogen pada STP. Berapa persen kemurnian logam Mg tersebut?





BAB 7

LARUTAN ELEKTROLIT DAN NONELEKTROLIT



Gambar. 7.1 Larutan

Sumber: *Ensiklopedi Sains & Kehidupan*

Pada pelajaran ketujuh ini akan dipelajari tentang larutan elektrolit dan nonelektrolit.

Bab 7

Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit

Tujuan pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu:

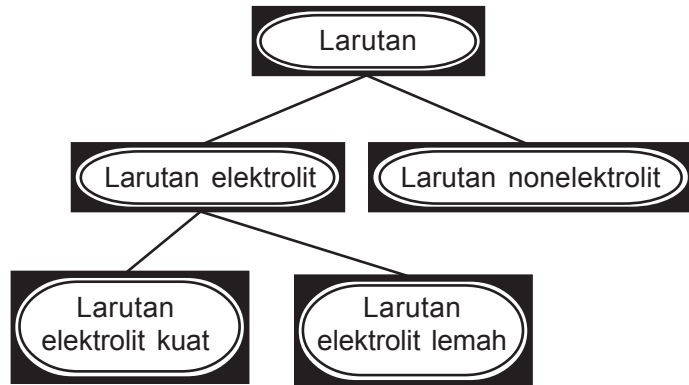
1. merancang percobaan uji elektrolit;
2. menyimpulkan ciri-ciri hantaran arus listrik dalam berbagai larutan berdasarkan hasil pengamatan;
3. mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan nonelektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya;
4. menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik;
5. menjelaskan bahwa larutan elektrolit dapat berupa senyawa ion dan senyawa kovalen polar.

Pada waktu kamu SMP telah diperkenalkan tentang larutan. Larutan merupakan campuran homogen antara zat terlarut (*solute*) dan zat pelarut (*solvent*). Zat terlarut umumnya jumlahnya lebih sedikit daripada zat pelarut. Contoh larutan gula, larutan garam dapur, larutan alkohol, dan lain sebagainya.

Larutan umumnya berfase cair (*liquid* = *l*) dengan pelarut air, tetapi ada juga larutan yang berfase padat (*solid* = *s*) seperti kuningan, stainless steel, dan lain-lain, ataupun gas (*g*) seperti udara.

Berdasarkan daya hantar listriknya larutan diklasifikasikan sebagai berikut.

Bagan 7.1 Macam larutan berdasarkan daya hantar listrik.



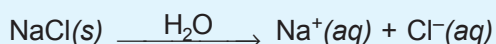
Dalam kehidupan kita sehari-hari sering menggunakan larutan elektrolit dan nonelektrolit. Contoh:

1. Baterai untuk jam, kalkulator, *handphone*, *remote control*, mainan, dan lain sebagainya. Baterai menggunakan larutan amonium klorida (NH_4Cl), KOH, atau LiOH agar dapat menghasilkan arus listrik.
2. Aki dipakai untuk menstarter kendaraan, menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4).
3. Oralit diminum penderita diare supaya tidak mengalami dehidrasi atau kekurangan cairan tubuh. Cairan tubuh mengandung komponen larutan elektrolit untuk memungkinkan terjadinya daya hantar listrik yang diperlukan impuls saraf bekerja.
4. Air sungai dan air tanah mengandung ion-ion. Sifat ini digunakan untuk menangkap ikan dengan menggunakan setrum listrik.
5. Air suling digunakan untuk membuat larutan dalam percobaan kimia adalah nonelektrolit sehingga hanya mengandung sedikit ion-ion.

Elektrolit adalah suatu zat yang ketika dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Sedangkan **nonelektrolit** tidak menghantarkan arus listrik ketika dilarutkan ke dalam air. Senyawa ionik dan kovalen polar biasanya bersifat elektrolit. Contohnya asam, basa, dan garam.

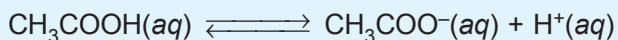
Senyawa kovalen nonpolar biasanya nonelektrolit. Molekul air bermuatan netral tetapi mempunyai ujung positif (atom H) dan ujung negatif (ujung O) sehingga sangat efektif melarutkan senyawa ionik atau senyawa kovalen polar. Molekul-molekul air menstabilkan ion-ion dalam larutan dengan mengelilingi ion-ion tersebut, sehingga kation tidak bergabung kembali dengan anion. Proses di mana sebuah ion dikelilingi oleh molekul-molekul air yang tersusun dalam keadaan tertentu disebut hidrasi. Contoh padatan NaCl akan terionisasi menghasilkan Na^+ dan Cl^- saat dilarutkan dalam air.

Ion Na^+ akan tertarik ke elektrode negatif dan ion Cl^- tertarik ke elektrode positif sehingga menghasilkan arus listrik yang setara dengan aliran elektron sepanjang kawat penghantar (kabel).



Berdasarkan kuat lemahnya daya hantar listrik, elektrolit dibagi dua yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Suatu zat yang mempunyai daya hantar listrik kuat termasuk *elektrolit kuat*, dan zat yang daya hantar listriknya lemah termasuk *elektrolit lemah*. Larutan elektrolit kuat contohnya asam kuat (HCl , HBr , HI , H_2SO_4 , HNO_3), basa kuat (NaOH , KOH , LiOH , Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2), dan garam (NaCl , KCl , CaCl_2 , BaBr_2 , CaSO_4 , dan lain-lain). Larutan-larutan ini terionisasi sempurna dalam air ($\alpha = 1$), sehingga semua molekul terdisosiasi dan tidak ada molekul tersisa dalam larutan.

Berbeda dengan larutan elektrolit lemah yang terionisasi sebagian ($0 < \alpha < 1$), dalam larutan sebagian berbentuk ion-ion sebagian lagi masih dalam bentuk molekul. Contoh dalam cuka mengandung asam asetat (CH_3COOH) yang terionisasi sebagian:



Awalnya sejumlah molekul CH_3COOH terurai menjadi ion-ion CH_3COO^- dan H^+ . Seiring berjalannya waktu beberapa ion CH_3COO^- dan H^+ bergabung kembali membentuk

molekul CH_3COOH . Contoh elektrolit lemah adalah asam lemah (CH_3COOH , H_3PO_4 , HCOOH , HCN , HF , H_2S , dan lain-lain) dan basa lemah (NH_4OH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, dan lain-lain).

Larutan nonelektrolit tidak dapat terionisasi ($\alpha = 0$), sehingga tidak ada ion dalam larutan tetapi semua dalam bentuk molekul. Contoh larutan nonelektrolit adalah larutan urea dan larutan glukosa.

Secara kuantitatif, kuat lemahnya larutan elektrolit dapat diukur dari α = derajat disosiasi (untuk senyawa ion)/derajat ionisasi (untuk senyawa kovalen polar).

$$\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat yang terurai}}{\text{jumlah mol zat mula - mula}}$$

Perbedaan larutan elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit seperti dalam tabel berikut.

Tabel 7.1 Perbedaan larutan elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit

Jenis larutan	Jenis zat terlarut	Tes nyala lampu	Tes elektrode
Elektrolit kuat	Senyawa ion (lelehan dan larutan) dan senyawa kovalen polar (larutan) yang terionisasi sempurna ($\alpha = 1$)	Terang	Terbentuk banyak gelembung gas
Elektrolit lemah	Senyawa kovalen polar yang terionisasi sebagian ($0 < \alpha < 1$)	Redup	Terbentuk sedikit gelembung gas
Nonelektrolit	Senyawa kovalen polar yang tidak terionisasi ($\alpha = 0$)	Tidak menyala	Tidak terbentuk gelembung gas

Menguji Daya Hantar Listrik Berbagai Larutan dalam Air

1. Tujuan percobaan:

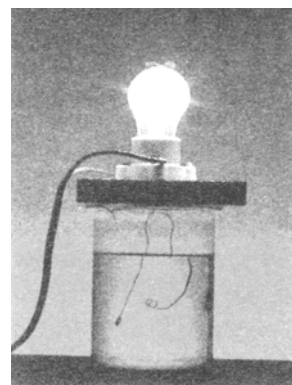
Menguji daya hantar listrik berbagai larutan dalam air.

2. Alat dan bahan:

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| a. alat uji elektrolit | h. larutan H_2SO_4 |
| b. gelas kimia 100 mL | i. larutan NaCl |
| c. batu baterai | j. larutan cuka |
| d. bola lampu | k. larutan gula |
| e. botol semprot | l. larutan urea |
| f. kertas tisu | m. NaCl padat |
| g. larutan HCl | n. air suling |

3. Cara kerja:

- Rangkaikan alat uji elektrolit seperti gambar 7.2.
- Masukkan larutan HCl ke dalam gelas beker dan uji dengan alat uji elektrolit.
- Amati perubahan pada elektrode dan lampu. Catat hasilnya.
- Bersihkan kedua elektrode dengan menyemprotkan air suling dan dilap dengan kertas tisu. Ulangi langkah 3–4 untuk larutan H_2SO_4 , larutan NaCl, larutan cuka, larutan gula, larutan urea, NaCl padat, dan air suling.



Gambar 7.2 Alat uji elektrolit
Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*

4. Data pengamatan:

No.	Larutan	Lampu			Elektrode		
		Menyala terang	Menyala redup	Tidak menyala	Ada gelembung banyak	Ada gelembung sedikit	Tidak ada gelembung
1	larutan HCl	....	....	....	....	....	....
2	larutan H_2SO_4	....	....	....	....	....	....
3	larutan NaCl	....	....	....	....	....	....
4	larutan cuka	....	....	....	....	....	....
5	larutan gula	....	....	....	....	....	....
6	larutan urea	....	....	....	....	....	....
7	NaCl padat	....	....	....	....	....	....
8	air suling	....	....	....	....	....	....

5. Kesimpulan:

Berdasarkan data pengamatan tersebut dapat disimpulkan

6. Pengayaan:

Bagaimana jika uji elektrolit pada percobaan tersebut digunakan untuk:

- air jeruk;
- larutan alkohol;
- air sumur;
- air kapur sirih?

Mekanisme kerja alat uji elektrolit

Elektron yang berasal dari kutub negatif baterai akan mengalir menuju ke katode (elektrode negatif). Kation (ion positif) akan tertarik ke katode dan menyerap elektron di katode sedangkan anion (ion negatif) akan tertarik ke anode dan melepaskan elektron di anode. Elektron akan diteruskan dari anode ke katode. Sehingga dapat dijelaskan bahwa:

- pada kawat aliran arus listrik merupakan aliran elektron,
- dalam larutan elektrolit arus listrik merupakan aliran ion.



- Larutan adalah campuran homogen antara zat terlarut dan zat pelarut.
- Berdasarkan daya hantar listriknya larutan dibagi 2, yaitu: larutan elektrolit dan nonelektrolit. Larutan elektrolit dibagi 2, yaitu: larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah.
- Elektrolit adalah zat yang jika dilarutkan dalam air akan menghantarkan arus listrik. Nonelektrolit adalah zat yang jika dilarutkan dalam air tidak dapat menghantarkan arus listrik.
- Larutan elektrolit kuat mempunyai daya hantar listrik yang kuat sedang larutan elektrolit lemah mempunyai daya hantar listrik yang lemah/kurang baik.
- Larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik karena dalam air terionisasi sehingga pergerakan ion-ion di dalam larutan menghasilkan aliran arus listrik.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Suatu larutan merupakan penghantar listrik yang baik jika larutan tersebut mengandung
 - A. air yang terionisasi
 - B. logam yang menghantar listrik
 - C. elektron yang bebas bergerak
 - D. air yang merupakan penghantar listrik
 - E. ion-ion yang bebas bergerak
2. Larutan di bawah ini yang dapat menghantarkan listrik adalah
 - A. gula aren
 - B. garam dapur
 - C. alkohol
 - D. urea
 - E. glukosa
3. Pernyataan yang benar tentang larutan elektrolit adalah
 - A. terurai menjadi kation saja
 - B. tidak dapat digunakan sebagai larutan infus
 - C. dapat menghantarkan arus listrik
 - D. hanya merupakan senyawa kovalen
 - E. hanya merupakan senyawa ion
4. Larutan berikut yang merupakan pasangan elektrolit lemah adalah
 - A. HCl dan H_2SO_4
 - B. HCl dan NH_3
 - C. gula dan CH_3COOH
 - D. CH_3COOH dan NH_3
 - E. fruktosa dan urea

5. Data hasil pengamatan terhadap beberapa larutan adalah sebagai berikut:

Larutan	Bola lampu	Pengamatan lain
1	Tak menyala	Ada gelembung
2	Menyala	Ada gelembung
3	Tak menyala	Tak ada gelembung
4	Menyala	Ada gelembung
5	Tak menyala	Tak ada gelembung

Larutan yang bersifat elektrolit adalah

- A. 1, 2, dan 3
B. 1, 2, dan 4
C. 2, 3, dan 4
D. 2, 4, dan 5
E. 1, 3, dan 5
6. Larutan berikut yang diharapkan dapat menghantarkan listrik terkuat adalah
A. glukosa
B. urea
C. cuka
D. garam dapur
E. amonia
7. Zat berikut yang larutannya *tidak* dapat menghantarkan listrik adalah
A. KOH
B. HCl
C. CaO
D. $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
E. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
8. Dengan menguji elektrolit elektrode dimasukkan ke dalam larutan asam klorida. Ternyata lampu menyala. Hal ini disebabkan
A. asam klorida memperbesar konsentrasi ion H^+ sebagai syarat penghantar listrik
B. asam klorida dalam keadaan murni tersusun dari ion-ion
C. pelarutan asam klorida dalam air terjadi pengeluaran elektron
D. asam klorida terionisasi sebelum elektrode dihubungkan dengan baterai
E. asam klorida terionisasi karena adanya arus listrik

9. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah
- lelehan senyawa kovalen polar dapat menghantarkan listrik
 - larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik karena mengandung ion-ion yang bergerak bebas
 - lelehan senyawa ionik tidak menghantarkan arus listrik
 - daya hantar listrik larutan elektrolit tidak tergantung pada jenis larutan
 - senyawa kovalen nonpolar dapat membentuk larutan elektrolit
10. Hasil pengujian daya hantar listrik terhadap beberapa jenis air adalah sebagai berikut:

No.	Jenis air	Nyala lampu	Gas pada elektrode
1	Tak menyala	+	+
2	Menyala	–	+
3	Tak menyala	+	+
4	Menyala	+	+
5	Tak menyala	–	–

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat dinyatakan bahwa air yang bersifat elektrolit adalah nomor

- 1, 3, 4, dan 5
 - 2, 3, 4, dan 5
 - 1, 2, 3, dan 5
 - 1, 2, 3, dan 4
 - 1, 2, 3, 4, dan 5
11. Data percobaan daya hantar listrik dari berbagai larutan sebagai berikut.

No.	Jenis larutan	Nyala lampu	Pengamatan lain
1	Larutan asam nitrat	Nyala	Ada gelembung
2	Larutan asam cuka	Tidak nyala	Ada gelembung
3	Larutan NH_4OH	Tidak nyala	Ada gelembung
4	Larutan barium hidroksida	Nyala	Ada gelembung
5	Larutan glukosa	Tidak nyala	Tidak ada gelembung

Pada data tersebut yang termasuk larutan elektrolit lemah adalah

- A. 1 dan 4
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 5 saja

12. Zat berikut: i. urea
ii. cuka
iii. garam
iv. amonia
v. gula

yang larutannya dapat menghantarkan listrik adalah

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1, 3, dan 5
- C. 2, 3, dan 4
- D. 2, 4, dan 5
- E. 3, 4, dan 5

13. Zat berikut yang larutannya *tidak* dapat menghantarkan listrik adalah

- A. KOH
- B. HCl
- C. CaO
- D. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- E. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

14. Senyawa kovalen berikut yang larutannya dapat menghantarkan arus listrik adalah

- A. KI
- B. BaCl_2
- C. CaO
- D. HBr
- E. Na_2S

15. NaCl merupakan contoh dari

- A. senyawa ion yang nonelektrolit
- B. senyawa kovalen yang elektrolit
- C. senyawa ion yang elektrolit
- D. senyawa kovalen yang nonelektrolit
- E. senyawa yang dapat menghantarkan listrik

16. Suatu zat padat dilarutkan dalam air, larutannya dapat menghantarkan listrik, karena
- A. air dapat menghantarkan listrik
 - B. air terionisasi jika mengandung zat terlarut
 - C. zat padat itu dalam air terurai menjadi molekul-molekul
 - D. air memberikan muatan listrik kepada zat padat
 - E. zat padat itu dalam air terurai menjadi ion-ion
17. Hasil ionisasi dari $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ adalah
- A. Ba^{2+} dan PO_4^{2-}
 - B. Ba^{3+} dan PO_4^{2-}
 - C. Ba^+ dan PO_4^{3-}
 - D. Ba^{2+} dan PO_4^{3-}
 - E. Ba^{2+} dan PO^{2-}
18. Lampu alat penguji elektrolit tidak menyala ketika elektrodanya dicelupkan ke dalam larutan gula dan tidak ada gelembung gas pada elektrodanya. Penjelasan keadaan ini adalah
- A. larutan gula merupakan elektrolit kuat
 - B. larutan gula merupakan elektrolit lemah
 - C. larutan gula merupakan nonelektrolit
 - D. sedikit sekali gula yang terionisasi
 - E. banyak gula yang terionisasi
19. Jika suatu senyawa elektrolit dilarutkan ke dalam air, maka
- A. senyawa akan mengendap
 - B. akan terbentuk gelembung-gelembung gas
 - C. air akan terionisasi menjadi ion positif dan negatif
 - D. zat terlarut tetap sebagai molekul-molekul senyawa
 - E. mengalami ionisasi membentuk ion positif dan negatif
20. Senyawa-senyawa berikut yang dalam larutannya dapat menghasilkan ion paling banyak adalah
- A. NH_4OH 0,2 M
 - B. H_2SO_4 0,2 M
 - C. CH_3COOH 0,2 M
 - D. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0,2 M
 - E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 0,2 M

21. Lelehan senyawa kovalen polar tidak menghantarkan arus listrik karena
- A. lelehannya terdiri atas molekul-molekul
 - B. berwujud cair
 - C. ikatannya sangat kuat
 - D. ion-ionnya bergerak bebas
 - E. ada perbedaan keelektronegatifan
22. Diketahui :
- i. larutan NaOH
 - ii. larutan NaCl
 - iii. larutan CuSO_4
 - iv. larutan CH_3COOH
 - v. larutan NH_3
- Larutan-larutan tersebut yang merupakan elektrolit kuat adalah
- A. 1, 2, dan 3
 - B. 1, 3, dan 5
 - C. 1, 4, dan 5
 - D. 2, 4, dan 5
 - E. 3, 4, dan 5
23. Terdapat tiga macam air dari sumber yang berbeda, yaitu air laut, air sungai, dan air hujan. Setelah dilakukan pengujian dengan alat penguji elektrolit, ternyata semua air tersebut dapat menyalakan lampu. Pernyataan yang benar dari peristiwa tersebut adalah
- A. semua air tidak mengandung zat terlarut dan bukan elektrolit
 - B. semua air merupakan elektrolit, tetapi tidak mengandung zat terlarut
 - C. semua air mengalami ionisasi, tetapi bukan merupakan elektrolit
 - D. semua air merupakan elektrolit dan tidak mengalami ionisasi
 - E. partikel-partikel zat terlarut mengalami ionisasi dan merupakan elektrolit
24. Larutan asam sulfat dan asam nitrat termasuk
- A. larutan garam yang dapat terhidrolisis
 - B. larutan ion
 - C. larutan elektrolit lemah
 - D. larutan elektrolit kuat
 - E. larutan nonelektrolit

25. Uji daya hantar listrik sebagai berikut.
- nyala lampu terang
 - nyala lampu redup
 - ada banyak gelembung di elektrode
 - ada sedikit gelembung di elektrode
- Larutan elektrolit kuat mempunyai ciri
- i dan iii
 - i, ii, dan iii
 - i
 - iii
 - ii dan iv

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

- Jelaskan perbedaan antara larutan elektrolit dan non-elektrolit!
- Jelaskan perbedaan elektrolit kuat dan elektrolit lemah!
- Jika kamu diberi suatu larutan X kemudian diminta menguji apakah larutan tersebut termasuk elektrolit atau tidak bagaimana rancangan percobaanmu?
- Mengapa larutan HCl dalam benzena tidak dapat menghantarkan arus listrik, tetapi larutan HCl dalam air dapat menghantarkan arus listrik?
- Sebutkan peranan larutan elektrolit dalam kehidupan sehari-hari!





BAB 8

REAKSI OKSIDASI DAN REDUKSI



Gambar. 8.1 Reaksi oksidasi pada pelapisan logam.
Sumber: *Ensiklopedi Sains & Kehidupan*

Pada pelajaran kedelapan ini akan dipelajari tentang definisi reaksi oksidasi dan reduksi serta lumpur aktif sebagai aplikasi dari konsep redoks.

Bab 8

Reaksi Oksidasi dan Reduksi

Tujuan pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu:

1. membedakan konsep oksidasi reduksi ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen, pelepasan dan penerimaan elektron serta peningkatan dan penurunan bilok;
2. menentukan bilangan oksidasi (bilok) atom unsur dalam senyawa atau ion;
3. menentukan oksidator dan reduktor dalam reaksi redoks;
4. menerapkan konsep larutan elektrolit dan konsep redoks dalam memecahkan masalah lingkungan (metode lumpur aktif).

Perubahan kimia yang terjadi di sekitar kita beragam jenisnya, seperti pembusukan, fermentasi, reaksi penggaraman atau penetralan, reaksi hidrolisis, reaksi pembakaran/ oksidasi atau reaksi reduksi. Pada bab ini akan dibahas reaksi redoks yaitu reaksi reduksi dan oksidasi, bilangan oksidasi, oksidator, reduktor, dan reaksi autoreduksi.



A. Definisi Reaksi Oksidasi dan Reduksi

Di sekitar kita sering dijumpai peristiwa kimiawi seperti logam berkarat, pembuatan besi dari bijih besi, penyepuhan logam, terjadinya arus listrik pada aki atau baterai, buah masak, buah busuk, mercon meledak, kembang api dibakar, dan lain sebagainya.

Perkaratan pada logam, pembakaran, pembusukan oleh mikroba, fotosintesis pada tumbuhan, dan metabolisme

di dalam tubuh merupakan sebagian contoh-contoh reaksi oksidasi dan reduksi.

1. Konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen

Konsep reaksi oksidasi dan reduksi mengalami perkembangan dari masa ke masa sesuai cakupan konsep yang dijelaskan. Pada mulanya konsep reaksi oksidasi dan reduksi ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen. **Reaksi oksidasi** didefinisikan sebagai reaksi penggabungan/pengikatan suatu zat dengan oksigen. Sebaliknya reaksi pelepasan oksigen oleh suatu zat disebut **reaksi reduksi**.

Contoh reaksi oksidasi:

- a. $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$
- b. $4 \text{Fe(s)} + 3 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$
- c. $\text{Cu(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CuO(s)}$
- d. $\text{S(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_2\text{(g)}$
- e. $\text{SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_3\text{(g)}$

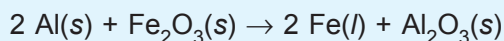
Pada reaksi di atas C mengikat O_2 membentuk CO_2 . Demikian juga Fe, Cu, S, dan SO_2 berturut-turut menjadi Fe_2O_3 , CuO, SO_2 , dan SO_3 setelah mengikat oksigen. Jadi, C, Fe, Cu, S, dan SO_2 telah mengalami reaksi oksidasi.

Contoh reaksi reduksi:

- a. $2 \text{SO}_3\text{(g)} \rightarrow 2 \text{SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$
- b. $2 \text{KClO}_3\text{(s)} \rightarrow 2 \text{KCl(s)} + 3 \text{O}_2\text{(g)}$
- c. $2 \text{KNO}_3\text{(aq)} \rightarrow 2 \text{KNO}_2\text{(aq)} + \text{O}_2\text{(g)}$

Perhatikan reaksi di atas, SO_3 melepaskan oksigen membentuk SO_2 , demikian juga KClO_3 dan KNO_3 masing-masing melepaskan oksigen menjadi KCl dan KNO_2 . Jadi, SO_3 , KClO_3 , dan KNO_3 mengalami reaksi reduksi.

Pada reaksi termit menghasilkan besi cair yang sering digunakan untuk mengelas benda-benda dari besi, reaksinya adalah

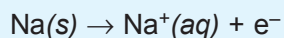


Al mengikat oksigen membentuk Al_2O_3 berarti Al mengalami oksidasi. Fe_2O_3 melepaskan oksigen membentuk Fe. Jadi, Fe_2O_3 mengalami reduksi. Pada reaksi termit tersebut oksidasi dan reduksi terjadi bersamaan, reaksi seperti ini disebut **reaksi redoks**.

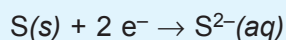
2. Konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan elektron

Pada reaksi $\text{Na(s)} + \text{S(s)} \rightarrow \text{Na}_2\text{S(s)}$ tidak melibatkan gas oksigen, maka konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen tidak dapat digunakan. Konsep redoks berkembang, bukan lagi pengikatan dan pelepasan oksigen tetapi pengikatan dan pelepasan elektron.

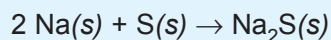
Reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron. Contohnya pada pembentukan ion Na^+ .



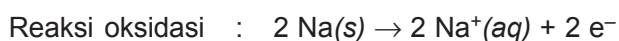
Sebaliknya reaksi pengikatan elektron disebut **reaksi reduksi**. Contohnya pada pembentukan ion S^{2-} .



Reaksi redoks adalah reaksi yang terjadi di mana reaksi oksidasi dan reduksi terjadi bersama-sama.



Reaksi di atas dapat ditulis menjadi 2 tahap yaitu:



Pada reaksi di atas Na mengalami reaksi oksidasi dan menyebabkan S tereduksi. Zat seperti Na ini disebut **reduktor**. Sedangkan S disebut **oksidator** karena menyebabkan Na teroksidasi, dan dia sendiri mengalami reaksi reduksi.

3. Konsep redoks berdasarkan perubahan (kenaikkan dan penurunan) bilangan oksidasi

Sebelum mempelajari konsep reaksi redoks berdasarkan kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi ada baiknya kamu belajar tentang bilangan oksidasi terlebih dahulu.

Bilangan oksidasi (bilok) adalah jumlah muatan yang dimiliki atom suatu unsur jika bergabung dengan atom unsur lain. Aturan bilok:

- a. *Unsur bebas mempunyai bilok 0 (nol).* Yang termasuk unsur bebas: unsur diatomik (H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), unsur poliatomik (O_3 , P_4 , S_8). Selain unsur tersebut adalah unsur monoatomik (Na, K, Mg, C, dan lain-lain).

Contoh: H dalam H_2
O dalam O_2 dan O_3
F dalam F_2
Na dalam Na

- b. *Unsur H umumnya mempunyai bilok (+1), kecuali pada senyawa hidrida mempunyai bilok (-1).* Senyawa hidrida adalah senyawa yang terbentuk jika logam bergabung dengan atom H (Contoh: NaH, KH, CaH_2).

Contoh: H dalam H_2O , NH_3 , HCl.

- c. *Unsur O umumnya mempunyai bilok (-2), kecuali:*

- 1) Pada senyawa peroksida contohnya : Na_2O_2 , H_2O_2 , BaO_2 mempunyai bilok (-1).
- 2) Senyawa F_2O mempunyai bilok (+2), dan
- 3) Senyawa superoksida (contohnya KO_2) mempunyai bilok $(-\frac{1}{2})$.

Contoh: O dalam H_2O , Na_2O , Fe_2O_3 , MgO.

- d. *Unsur logam dalam senyawa umumnya mempunyai bilok positif.*

Contoh:

- 1) Golongan IA (Li, Na, K, Rb, dan Cs) mempunyai bilok (+1).
- 2) Golongan IIA (Be, Mg, Ca, Sr, dan Ba) mempunyai bilok (+2).
- 3) Al^{3+} , Ag^+ , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Pb^{3+} , Fe^{2+} , dan Fe^{3+} .

e. *Unsur nonlogam umumnya mempunyai bilok negatif.*

Contoh:

1) Golongan VIIA (F, Cl, Br, I) mempunyai bilok (-1).

2) Golongan VIA (O, S, Se, Te) mempunyai bilok (-2).

6. Jumlah bilok unsur-unsur dalam ion sama dengan jumlah muatannya.

Contoh:

Bilok S dalam SO_4^{2-}

Bilok O = -2

$$\text{Jumlah bilok} = (1 \times \text{bilok S} + 4 \times \text{bilok O})$$

$$-2 = (1 \times \text{bilok S} + 4 \times (-2))$$

$$-2 = \text{bilok S} + (-8)$$

$$\text{Bilok S} = +6$$

7. Jumlah bilok unsur-unsur dalam senyawa sama dengan 0 (nol).

Contoh: H_2S

$$\text{Jumlah bilok} = ((2 \times \text{bilok H}) + (1 \times \text{bilok S}))$$

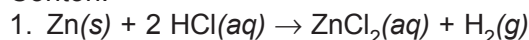
$$0 = ((2 \times (+1)) + (1 \times \text{bilok S}))$$

$$0 = (+2) + \text{bilok S}$$

$$\text{Bilok S} = (-2)$$

Setelah menguasai bilok kita coba terapkan dalam reaksi redoks. **Reaksi oksidasi** adalah reaksi menaikkan bilok. Sedangkan **reaksi reduksi** adalah reaksi penurunan bilok.

Contoh:



Bilok Zn (unsur bebas) = 0

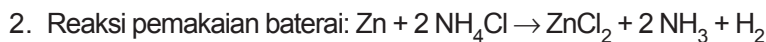
Bilok Zn dalam ZnCl_2 = +2

Berarti Zn mengalami kenaikan bilok, maka Zn mengalami reaksi oksidasi.

Bilok H dalam HCl = +1

Bilok H dalam H_2 (unsur bebas) = 0

Jadi, H mengalami penurunan bilok, maka H mengalami reaksi reduksi.



Bilok Zn (unsur bebas) = 0

Bilok Zn pada ZnCl_2 = +2

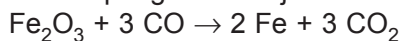
Berarti Zn mengalami kenaikan bilok, maka Zn mengalami reaksi oksidasi.

Bilok H pada NH_4Cl = +1

Bilok H pada H_2 (unsur bebas = 0)

Berarti H mengalami penurunan bilok, maka H mengalami reaksi reduksi.

3. Reaksi pengolahan bijih besi



Bilok Fe pada $\text{Fe}_2\text{O}_3 = +3$

Bilok Fe (unsur bebas) = 0

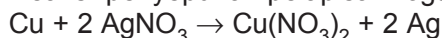
Berarti Fe mengalami penurunan bilok, maka Fe mengalami reaksi reduksi.

Bilok C pada CO = +2

Bilok C pada $\text{CO}_2 = +4$

Berarti C mengalami kenaikan bilok, maka C mengalami reaksi oksidasi.

4. Reaksi penyepuhan/pelapisan logam.



Bilok Cu (unsur bebas) = 0

Bilok Cu pada $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = +2$

Berarti Cu mengalami kenaikan bilok, maka Cu mengalami reaksi oksidasi.

Bilok Ag pada $\text{AgNO}_3 = +1$

Bilok Ag (unsur bebas) = 0

Berarti Ag mengalami penurunan bilok, maka Ag mengalami reaksi reduksi.

Pada reaksi di atas terjadi kenaikan bilok (reaksi oksidasi) dan penurunan bilok (reaksi reduksi) secara bersamaan, maka disebut **reaksi redoks**. Jika suatu zat mengalami reaksi oksidasi sekaligus reduksi, maka reaksi ini disebut **autoredox (disproporsionasi)**.

Contoh:



Bilok Cl dalam Cl_2 (unsur bebas) = 0

Bilok Cl dalam NaCl = 1

Bilok Cl dalam NaClO_3 = +5



0	----- reduksi -----	-1
0	----- oksidasi -----	+5

Jadi, Cl mengalami kenaikan bilok (reaksi oksidasi) dan penurunan bilok (reaksi reduksi) sekaligus.

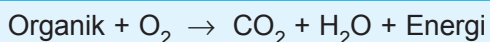


B. Lumpur Aktif Sebagai Aplikasi Redoks

Kemajuan industri tekstil, pulp, kertas, bahan kimia, obat-obatan, dan industri pangan di samping membawa dampak positif juga berdampak negatif. Dampak negatif yang ditimbulkan antara lain menghasilkan air limbah yang membahayakan lingkungan, karena mengandung bahan-bahan kimia dan mikroorganisme yang merugikan.

Cara mengatasi air limbah industri adalah dengan melakukan pengolahan air limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan air limbah pada umumnya dilakukan dengan metode biologi. Metode ini merupakan metode paling efektif dibandingkan metode kimia dan fisika. Salah satu metode biologi yang sekarang banyak berkembang adalah metode **lumpur aktif**.

Metode lumpur aktif memanfaatkan mikroorganisme (terdiri ± 95% bakteri dan sisanya protozoa, rotifer, dan jamur) sebagai katalis untuk menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah. Proses lumpur aktif merupakan proses *aerasi* (membutuhkan oksigen). Pada proses ini mikroba tumbuh dalam flok (lumpur) yang terdispersi sehingga terjadi proses degradasi. Proses ini berlangsung dalam reaktor yang dilengkapi *recycle*/umpan balik lumpur dan cairannya. Lumpur secara aktif mereduksi substrat yang terkandung di dalam air limbah. Reaksi:



Tahapan-tahapan pengolahan air limbah dengan metode lumpur aktif secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Tahap awal

Pada tahap ini dilakukan pemisahan benda-benda asing seperti kayu, bangkai binatang, pasir, dan kerikil. Sisa-sisa partikel digiling agar tidak merusak alat dalam sistem dan limbah dicampur agar laju aliran dan konsentrasi partikel konsisten.

2. Tahap primer

Tahap ini disebut juga tahap pengendapan. Partikel-partikel berukuran suspensi dan partikel-partikel ringan dipisahkan, partikel-partikel berukuran koloid digumpalkan dengan penambahan elektrolit seperti FeCl_3 , FeCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, dan CaO .

3. Tahap sekunder

Tahap sekunder meliputi 2 tahap yaitu tahap aerasi (metode lumpur aktif) dan pengendapan. Pada tahap aerasi oksigen ditambahkan ke dalam air limbah yang sudah dicampur lumpur aktif untuk pertumbuhan dan berkembang biak mikroorganisme dalam lumpur. Dengan agitasi yang baik, mikroorganisme dapat melakukan kontak dengan materi organik dan anorganik kemudian diuraikan menjadi senyawa yang mudah menguap seperti H_2S dan NH_3 sehingga mengurangi bau air limbah.

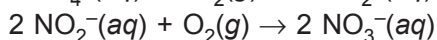
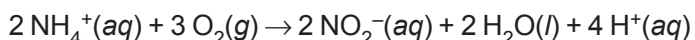
Tahap selanjutnya dilakukan pengendapan. Lumpur aktif akan mengendap kemudian dimasukkan ke tangki aerasi, sisanya dibuang. Lumpur yang mengendap inilah yang disebut lumpur *bulki*.

4. Tahap tersier

Tahap ini disebut tahap pilihan. Tahap ini biasanya untuk memisahkan kandungan zat-zat yang tidak ramah lingkungan seperti senyawa nitrat, fosfat, materi organik yang sukar terurai, dan padatan anorganik. Contoh-contoh perlakuan pada tahap ini sebagai berikut:

a. Nitrifikasi/denitrifikasi

Nitrifikasi adalah pengubahan amonia (NH_3 dalam air atau NH_4^+) menjadi nitrat (NO_3^-) dengan bantuan bakteri aerobik. Reaksi:

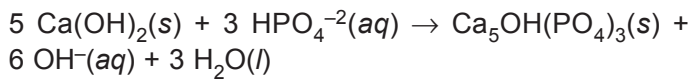
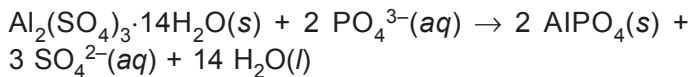


Denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi gas nitrogen bebas seperti N_2 , NO , dan NO_2 .

Senyawa $\text{NO}_3^- \rightarrow$ gas nitrogen bebas

b. Pemisahan fosfor

Fosfor dapat dipisahkan dengan cara koagulasi/penggumpalan dengan garam Al dan Ca, kemudian disaring.



- c. Adsorpsi oleh karbon aktif untuk menyerap zat pencemar, pewarna, dan bau tak sedap.
- d. Penyaringan mikro untuk memisahkan partikel kecil seperti bakteri dan virus.
- e. Rawa buatan untuk mengurai materi organik dan anorganik yang masih tersisa dalam air limbah.

5. Disinfeksi

Disinfeksi ditambahkan pada tahap ini untuk menghilangkan mikroorganisme seperti virus dan materi organik penyebab bau dan warna. Air yang keluar dari tahap ini dapat digunakan untuk irigasi atau keperluan industri, contoh Cl_2 .



6. Pengolahan padatan lumpur

Padatan lumpur dari pengolahan ini dapat diuraikan bakteri aerobik atau anaerobik menghasilkan gas CH_4 untuk bahan bakar dan biosolid untuk pupuk.

Akan tetapi dalam pelaksanaannya metode lumpur aktif menemui kendala-kendala seperti:

1. Diperlukan areal instalasi pengolahan limbah yang luas, karena prosesnya berlangsung lama.
2. Menimbulkan limbah baru yakni lumpur *bulki* akibat pertumbuhan mikroba berfilamen yang berlebihan.
3. Proses operasinya rumit karena membutuhkan pengawasan yang cukup ketat.

Berdasarkan berbagai penelitian, kelemahan metode lumpur aktif tersebut dapat diatasi dengan cara:

1. **Menambahkan biosida**, yaitu H_2O_2 atau klorin ke dalam unit aerasi. Penambahan 15 mg/g dapat menghilangkan sifat bulki lumpur hingga dihasilkan air limbah olahan cukup baik. Klorin dapat menurunkan aktivitas mikroba yang berpotensi dalam proses lumpur aktif. Metode ini hasil penelitian Sri Purwati, dkk. dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa, Bandung.

2. Memasukkan karbon aktif ke tangki aerasi lumpur aktif (*mekanisme bioregenerasi*). Cara ini efisien untuk mengurangi kandungan warna maupun organik dengan biaya yang lebih ekonomis. Metode ini diperkenalkan oleh Rudy Laksmono Widajatno dalam disertasinya di *Department of Environmental Engineering* pada bulan Juni 2006.

3. Emulsi zero

Metode ini digunakan untuk mereduksi endapan lumpur bulki dengan teknologi ozon (*ozonisasi*). Proses ozonisasi mampu membunuh bakteri (*sterilization*), menghilangkan warna (*decoloration*), menghilangkan bau (*deodorization*), dan dapat menguraikan senyawa organik (*degradation*). Proses ini lebih menguntungkan dibanding menggunakan klorin yang hanya mampu membunuh bakteri saja. Metode ini diperkenalkan oleh Hidenari Yasui dari Kurita Co, Jepang dalam *Jurnal International Water Science Technology* tahun 1994.



1. Pengertian reaksi oksidasi:
 - a. Berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen, reaksi oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen.
 - b. Berdasarkan pengikatan dan pelepasan elektron, reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron.
 - c. Berdasarkan kenaikan dan penurunan bilok, reaksi oksidasi adalah reaksi kenaikan bilok.
2. Pengertian reaksi reduksi:
 - a. Berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen, reaksi reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen.
 - b. Berdasarkan pengikatan dan pelepasan elektron, reaksi reduksi adalah reaksi pengikatan elektron.
 - c. Berdasarkan kenaikan dan penurunan bilok, reaksi reduksi adalah reaksi penurunan bilok.
3. Reaksi redoks adalah reaksi di mana terjadi reaksi oksidasi dan reduksi secara bersama-sama.

4. Reaksi autoreduksi adalah reaksi di mana suatu zat mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sekaligus.
5. Oksidator adalah zat yang menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi. Dia sendiri mengalami reduksi.
6. Reduktor adalah zat yang menyebabkan terjadinya reaksi reduksi. Dia sendiri mengalami oksidasi.
7. Bilangan oksidasi (bilok) adalah jumlah muatan yang dimiliki atom suatu unsur jika bergabung dengan atom unsur lain.
8. Pada metode lumpur aktif terjadi reaksi oksidasi untuk pertumbuhan bakteri aerob dan terjadi reaksi reduksi pada substrat (buangan).



Uji Kompetensi

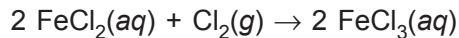
A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Pernyataan yang kurang tepat tentang reaksi redoks adalah
 - A. oksidasi melibatkan penerimaan elektron
 - B. reduksi melibatkan pelepasan elektron
 - C. oksidasi melibatkan kenaikan bilok
 - D. reduktor berfungsi mereduksi zat lain
 - E. oksidator adalah zat yang mengalami reduksi
2. Berikut yang *bukan* reaksi redoks adalah
 - A. $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - B. $2 \text{CuO}(\text{aq}) + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{Cu}(\text{s}) + 2 \text{NO}(\text{aq})$
 - C. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{aq}) + 2 \text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{aq}) + 2 \text{Fe}(\text{s})$
 - D. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
 - E. $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

3. Berdasarkan konsep pelepasan dan pengikatan oksigen, reaksi di bawah ini yang merupakan reaksi reduksi adalah

- A. $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- B. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{aq}) + 3 \text{C}(\text{s}) \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$
- C. $\text{CS}_2(\text{aq}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$
- D. $2 \text{KClO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{KCl}(\text{aq}) + 3 \text{O}_2(\text{g})$
- E. $\text{CH}_4(\text{aq}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

4. Diketahui reaksi redoks sebagai berikut:



Reaksi yang menunjukkan reaksi oksidasi adalah

- A. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-$
- B. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
- C. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$
- D. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$
- E. $2 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{Cl}_2(\text{g}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{FeCl}_3(\text{aq})$

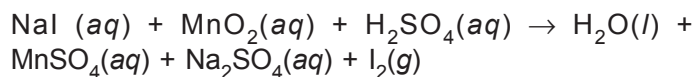
5. Dalam reaksi berikut: $\text{Cu}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g})$ dapat dikatakan

- A. tembaga mengalami reduksi
- B. asam sulfat bersifat oksidator
- C. asam sulfat dehidrator
- D. gas SO_2 adalah reduktor
- E. bilangan oksidasi Cu dari 0 menjadi +1

6. Pada reaksi redoks, reduktor merupakan

- A. zat pereduksi
- B. zat pengoksidasi
- C. zat yang melepaskan oksigen
- D. zat yang menerima elektron
- E. zat yang mengalami reduksi

7. Pada reaksi berikut:



yang bertindak sebagai reduktor adalah

- A. NaI
- B. MnO_2
- C. H_2SO_4
- D. NaI dan MnO_2
- E. MnO_2 dan H_2SO_4

8. Reaksi:

- 1) $\text{MnO}_2(aq) + 4 \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{MnCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) + \text{Cl}_2(g)$
- 2) $\text{Pb}_3\text{O}_4(aq) + 8 \text{HCl}(aq) \rightarrow 3 \text{PbCl}_2(aq) + 4 \text{H}_2\text{O}(l) + \text{Cl}_2(g)$
- 3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(aq) + 14 \text{HCl}(aq) \rightarrow 2 \text{KCl}(aq) + 2 \text{CrCl}_3(aq) + 7 \text{H}_2(g) + 3 \text{Cl}_2(g)$
- 4) $\text{SnCl}_2(aq) + 2 \text{HNO}_3(aq) + 2 \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{SnCl}_4(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) + 2 \text{NO}_2(g)$

Asam klorida yang bersifat pereduksi terdapat pada reaksi

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 4
- D. 4 saja
- E. 1, 2, 3, dan 4

9. Reaksi-reaksi berikut termasuk reaksi redoks, *kecuali*

- A. $\text{KI}(aq) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{KCl}(aq) + \text{I}_2(g)$
- B. $\text{Zn}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{ZnSO}_4(aq) + \text{H}_2(g)$
- C. $2 \text{K}_2\text{CrO}_4(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(aq) + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- D. $\text{H}_2\text{O}_2(g) + \text{H}_2\text{S}(g) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(l) + \text{S}(s)$
- E. $2 \text{NaOH}(aq) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{NaClO}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

10. Senyawa yang mengandung Cl dengan bilangan oksidasi +5 adalah

- A. SnCl_4
- B. AlCl_3
- C. NaClO
- D. KClO_3
- E. CaOCl_2

11. Bilangan oksidasi Xenon dalam XeF_6^+ adalah

- A. +4
- B. -4
- C. +5
- D. -5
- E. +6

12. Perhatikan persamaan reaksi:
 $\text{Cl}_2(g) + 2 \text{KOH}(aq) \rightarrow \text{KCl}(aq) + \text{KClO}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
 Bilangan oksidasi klor berubah dari
 A. -1 menjadi +1 dan 0
 B. +1 menjadi -1 dan 0
 C. 0 menjadi -1 dan -2
 D. -2 menjadi 0 dan +1
 E. 0 menjadi -1 dan +1
13. Unsur kimia dalam senyawa dapat ditemukan dalam bilangan oksidasi dari -1 sampai dengan +7. Dari ion-ion ClO^- , ClO_4^- , dan Cl^- , yang *tidak* dapat mengalami reaksi disproporsionasi adalah
 A. ClO^-
 B. ClO_4^-
 C. Cl^-
 D. ClO^- dan ClO_4^-
 E. ClO_4^- dan Cl^-
14. Pengolahan dari bijih logam menjadi logam murni dilakukan melalui proses
 A. oksidasi
 B. reduksi
 C. hidrolisis
 D. eliminasi
 E. adisi
15. Nama senyawa $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ adalah
 A. besi(III)nitrat
 B. besi nitrat(III)
 C. besi nitrat
 D. besi(III)nitrat(III)
 E. besi nitrit
16. Pada reaksi $\text{MnO}_2(aq) + 4 \text{H}^+(aq) + 2 \text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + \text{Cl}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$ yang bertindak sebagai reduktor adalah
 A. MnO_2
 B. Cl^-
 C. Mn^{2+}
 D. Cl_2
 E. H_2O
17. Berikut yang merupakan reaksi oksidasi berdasarkan serah terima elektron adalah
 A. $\text{MnO}_4^-(aq) + 8 \text{H}^+(aq) + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + 4 \text{H}_2\text{O}(l)$
 B. $\text{ClO}_3^-(aq) + 6 \text{H}^+(aq) + 6 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-(aq) + 6 \text{H}_2\text{O}(l)$
 C. $\text{Mn}^{2+}(aq) + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2(aq) + 4 \text{H}^+(aq) + 2 \text{e}^-$
 D. $\text{Cl}_2(aq) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-(aq)$
 E. $\text{Ag}^+(aq) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(aq)$

18. Krom mempunyai bilangan oksidasi terendah dalam ion

....

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| A. HCrO_4^- | D. CrO_3^- |
| B. CrO_4^- | E. $\text{Cr}(\text{OH})_4^-$ |
| C. Cr | |

19. Perhatikan senyawa berikut!

- i. KMnO_4
- ii. MnO
- iii. K_2MnO_4
- iv. MnO_2

Senyawa yang memiliki bilangan oksidasi Mn = +2 dan +4 adalah

- | | |
|------------|------------|
| A. 1 dan 2 | D. 2 dan 4 |
| B. 1 dan 3 | E. 3 dan 4 |
| C. 2 dan 3 | |

20. Bilangan oksidasi oksigen terendah adalah

- | | |
|----------------------------|------------------|
| A. Na_2O_2 | D. CaO |
| B. BaO_2 | E. OF_2 |
| C. KO_2 | |

21. Bilangan oksidasi Cl tertinggi terdapat dalam

- A. asam klorida
- B. asam hipoklorit
- C. asam klorit
- D. asam klorat
- E. asam perklorat

22. Bilangan oksidasi N dalam NH_4NO_3 adalah

- | | |
|-------|--------------|
| A. -3 | D. -3 dan +5 |
| B. +5 | E. -6 dan +4 |
| C. +1 | |

23. Bilangan oksidasi unsur S dalam senyawa $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ adalah

- | | |
|-------|-------|
| A. +1 | D. +4 |
| B. +2 | E. +5 |
| C. +3 | |

24. Bilangan oksidasi hidrogen pada senyawa AlH_3 adalah

....

- | | |
|-------|-------|
| A. -3 | D. +1 |
| B. -1 | E. +3 |
| C. 0 | |

25. Pada senyawa di bawah ini atom klorin mempunyai bilangan oksidasi terendah dalam
- A. Cl_2O_5 D. NaClO
B. KClO E. Cl_2O_7
C. HCl
26. $\text{PbO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Pb(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
Pernyataan berikut mengenai reaksi redoks di atas benar, *kecuali*
- A. PbO adalah oksidator
B. H_2 adalah reduktor
C. bilangan oksidasi Pb dalam PbO adalah +4
D. bilangan oksidasi H_2 adalah 0
E. H_2 mengalami reaksi oksidasi
27. Perhatikan reaksi berikut:
- $$4 \text{ClO}_3^- + 3 \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow 4 \text{Cl}^- + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{NO}$$
- yang bertindak sebagai oksidator adalah
- A. ClO_3^- D. H_2O
B. N_2H_4 E. NO
C. Cl^-
28. Di bawah ini pernyataan yang benar tentang reaksi oksidasi adalah
- A. penerimaan pasangan elektron
B. reaksi pelepasan oksigen dari senyawanya
C. penerimaan elektron
D. penurunan bilangan oksidasi
E. penambahan bilangan oksidasi
29. Perhatikan proses berikut!
- i. karbon organik $\rightarrow \text{CH}_4$
ii. fosfor organik \rightarrow fosfat
iii. belerang organik \rightarrow sulfida
iv. nitrogen organik \rightarrow nitrat
- Perubahan yang terjadi dalam pengolahan air kotor dengan lumpur aktif adalah
- A. 1 dan 3
B. 2 dan 4
C. 1, 2, dan 3
D. 2, 3, dan 4
E. 1, 2, 3, dan 4

30. Proses pengolahan air limbah menggunakan lumpur aktif pada tahap
- A. aerasi
 - B. nitrifikasi
 - C. denitrifikasi
 - D. adsorpsi
 - E. pengendapan awal

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan tepat!

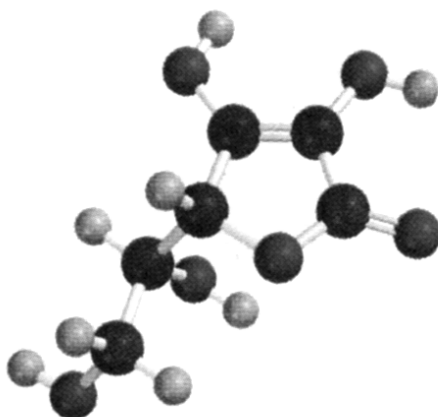
1. Reaksi berikut berdasarkan konsep pengikatan dan pelepasan oksigen termasuk reaksi apa?
 - a. $\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$
 - b. $2 \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Ag} + \text{O}_2$
2. Tentukan zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor pada reaksi berikut!
 - a. $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
 - b. $\text{SiCl}_4 + 2 \text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2 \text{MgCl}_2$
3. Tentukan bilangan oksidasi spesi yang digarisbawahi!
 - a. NaClO_2
 - b. KClO_3
4. Tunjukkan terjadinya reaksi oksidasi dan reduksi pada reaksi autoreduksi berikut!
$$\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$$
5. Berilah contoh kegunaan reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari!





BAB 9

HIDROKARBON



Gambar 9.1 Asam askorbat

Sumber: *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*

Pada pelajaran bab kesembilan ini akan dipelajari tentang kekhasan atom karbon, identifikasi senyawa karbon, alkana, alkena, alkuna, dan isomer.

Bab 9

Hidrokarbon

Tujuan pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu:

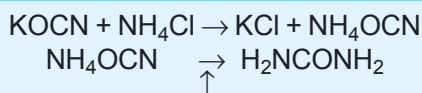
1. menguji keberadaan unsur-unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon;
2. mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan dan tata namanya;
3. menjelaskan konsep isomer dan penerapannya pada sifat senyawa hidrokarbon;
4. menuliskan reaksi sederhana pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna (reaksi oksidasi, reaksi adisi, reaksi substitusi, dan reaksi eliminasi).

Senyawa organik pada umumnya mengandung unsur karbon, maka senyawa organik sering disebut juga senyawa karbon. Senyawa karbon dipelajari secara khusus dalam cabang ilmu kimia yaitu kimia karbon. Senyawa karbon jumlahnya sangat banyak, misalnya hidrokarbon. Pada bab ini akan dibahas kekhasan atom karbon, senyawa hidrokarbon jenuh (alkana), senyawa hidrokarbon tak jenuh (alkena dan alkuna), reaksi-reaksi senyawa karbon, dan isomer.

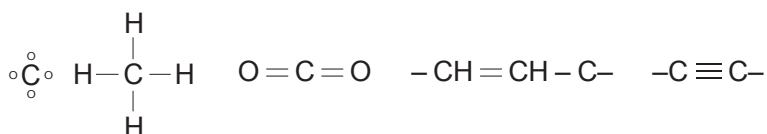


A. *Kekhasan Atom Karbon*

Cabang ilmu kimia yang mempelajari senyawa karbon disebut kimia organik. Kata **organik** berarti zat hidup. Karena pada awalnya para ahli berpendapat bahwa senyawa organik adalah senyawa yang dihasilkan oleh makhluk hidup. Akan tetapi pendapat ini berubah setelah **Freiderich Wohler** (1828) berhasil mensintesis urea tanpa menggunakan ginjal manusia yakni dari amonium sianat.



Jumlah senyawa karbon di alam sangat banyak. Hal ini karena atom karbon mempunyai kekhasan dibandingkan atom-atom yang lain. Karbon ($^{12}_6\text{C}$) mempunyai konfigurasi elektron = 2, 4 yang berarti mempunyai 4 elektron valensi. Dengan 4 elektron valensi yang dimiliki, atom C dapat membentuk 4 ikatan kovalen dengan sesama atom C atau atom lain. Ikatan atom C dapat berupa ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga. Dengan sesama atom C dapat membentuk rantai karbon, baik rantai terbuka maupun tertutup.



B. Identifikasi Senyawa Karbon

Pada umumnya senyawa karbon mengandung unsur C, H, dan O. Untuk mengidentifikasi adanya unsur-unsur tersebut lakukan percobaan berikut.



Identifikasi Unsur C, H, dan O dalam Senyawa

1. **Tujuan percobaan:** Mengidentifikasi unsur C, H, dan O dalam senyawa.
2. **Alat dan bahan:**
 - a. gula pasir
 - b. air kapur (larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$)
 - c. kertas kobalt (kertas saring yang direndam dalam larutan kobalt(II)klorida kemudian dikeringkan hingga berwarna biru)

- d. serbuk CuO
- e. tabung reaksi besar
- f. sumbat gabus dan pipa/selang penghubung
- g. penjepit tabung
- h. pembakar spiritus

3. Cara kerja:

- a. Masukkan 1 sendok teh gula pasir dan serbuk CuO ke dalam tabung reaksi pertama, kemudian tutup mulut tabung dengan sumbat gabus yang dihubungkan dengan pipa.
- b. Isi tabung reaksi ke-2 dengan 10 mL air kapur, tutup dengan sumbat gabus. Hubungkan dengan pipa tabung pertama.
- c. Panaskan tabung pertama di atas pembakar spiritus. Amati apa yang terjadi pada tabung ke-2!
- d. Buka sumbat gabus tabung pertama dan uji embun pada dinding tabung dengan kertas kobalt klorida. Amati perubahan yang terjadi!

4. Data percobaan:

- a. Perubahan pada tabung ke-2:
- b. Perubahan pada kertas kobalt klorida:

5. Pertanyaan:

- a. Apa fungsi CuO dalam reaksi tersebut?
- b. Kesimpulan apa yang dapat kamu tarik dari percobaan ini?

APLIKASI

Apa yang terjadi jika kamu membakar plastik, karet, ikan, atau daging? Apa kesimpulanmu?



C. Alkana, Alkena, dan Alkuna

Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang mengandung unsur hidrogen dan karbon. Atom-atom karbon selain dapat membentuk rantai karbon, juga dapat membentuk ikatan

kovalen tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga. Sehingga senyawa hidrokarbon dapat dibagi menjadi 2 yaitu **senyawa hidrokarbon jenuh** dan **senyawa hidrokarbon tak jenuh**.

Senyawa hidrokarbon jenuh adalah senyawa hidrokarbon yang ikatan rantai karbonnya jenuh (tunggal). Contoh senyawa-senyawa alkana. Sedangkan senyawa hidrokarbon tak jenuh adalah senyawa hidrokarbon yang mengandung ikatan kovalen rangkap 2 atau 3 pada rantai karbonnya. Contoh: alkena dan alkuna.

1. Alkana

Alkana merupakan senyawa hidrokarbon yang ikatan rantai karbonnya tunggal. Rumus umum alkana adalah C_nH_{2n+2} .

Tabel 9.1 Deret homolog alkana

Deret alkana	Rumus molekul	Rumus struktur
Metana	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$
Etana	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃
Propana	C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
Butana	C ₄ H ₁₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Pentana	C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Heksana	C ₆ H ₁₄	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Heptana	C ₇ H ₁₆	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Oktana	C ₈ H ₁₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Nonana	C ₉ H ₂₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Dekana	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃

Dari metana ke etana mempunyai perbedaan $-CH_2-$, begitu pula seterusnya. Deret senyawa karbon dengan gugus fungsi sama dengan selisih sama yaitu $-CH_2-$ disebut deret homolog.

a. Tata nama alkana menurut IUPAC

1) Alkana rantai lurus diberi nama dengan awalan n (n = normal).

Contoh:



2) Alkana rantai bercabang

a) Rantai induk diambil rantai karbon terpanjang.

b) Cabang merupakan gugus alkil. Rumus umum alkil $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$. Nama alkil sama dengan nama alkana dengan jumlah atom C sama, hanya akhiran -ana diganti -il.

1) Jika hanya ada satu cabang maka rantai cabang diberi nomor sekecil mungkin.

2) Jika alkil cabang lebih dari satu dan sejenis menggunakan awalan Yunani (di = 2, tri = 3, tetra = 4, dan seterusnya) dan jika berbeda jenis diurutkan sesuai alfabetis.

Contoh:



b. Sifat-sifat senyawa alkana

- 1) Pada suhu kamar $\text{C}_1\text{--C}_4$ berwujud gas, $\text{C}_5\text{--C}_{17}$ berwujud cair, dan di atas 17 berwujud padat.
- 2) Semakin bertambah jumlah atom C maka M_r ikut bertambah akibatnya titik didih dan titik leleh semakin tinggi. Alkana rantai lurus mempunyai titik didih lebih tinggi dibanding alkana rantai bercabang dengan jumlah atom C sama. Semakin banyak cabang, titik didih makin rendah.

Senyawa	Rumus struktur	Titik didih (°C)
n-pentana	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	36
2-metilbutana	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	27,9
2,2-dimetilpropana	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{-C-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	9,45

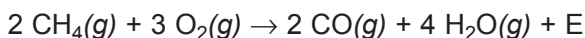
3) Alkana mudah larut dalam pelarut organik tetapi sukar larut dalam air.

4) Pembakaran/oksidasi alkana bersifat eksotermik (menghasilkan kalor). Pembakaran alkana berlangsung sempurna dan tidak sempurna. Pembakaran sempurna menghasilkan gas CO_2 sedang pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas CO .

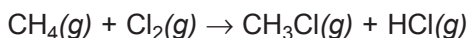
Reaksi pembakaran sempurna:



Reaksi pembakaran tak sempurna:

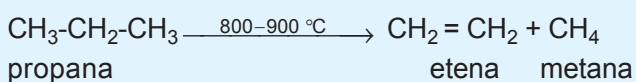
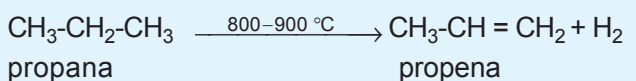


5) Alkana dapat bereaksi substitusi dengan halogen. Reaksi substitusi adalah reaksi penggantian atom/gugus atom dengan atom/gugus atom yang lain.



6) Senyawa alkana rantai panjang dapat mengalami reaksi eliminasi. Reaksi eliminasi adalah reaksi penghilangan atom/gugus atom untuk memperoleh senyawa karbon lebih sederhana.

Contoh pada reaksi eliminasi termal minyak bumi dan gas alam.



2. Alkena

Alkena merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua pada rantai karbonnya. Rumus umum alkena adalah C_nH_{2n} .

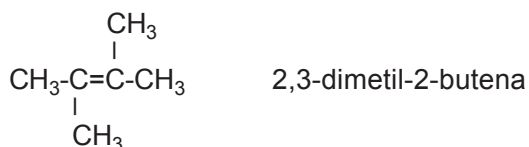
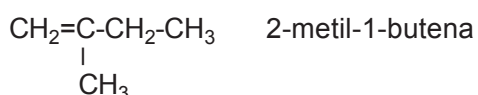
Tabel 9.2 Deret homolog alkena

Deret alkana	Rumus molekul	Rumus struktur
Etena	C_2H_4	$CH_2=CH_2$
Propena	C_3H_6	$CH_2=CH-CH_3$
1-butena	C_4H_8	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
1-pentena	C_5H_{10}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$
1-heksena	C_6H_{12}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-heptena	C_7H_{14}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-oktena	C_8H_{16}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-nonena	C_9H_{18}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-dekena	$C_{10}H_{20}$	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

a. Tata nama alkena menurut IUPAC

- 1) Rantai induk diambil rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap dua. Ikatan rangkap dua diberi nomor sekecil mungkin.
- 2) Rantai cabang diberi nomor menyesuaikan nomor ikatan rangkap dua.

Contoh:



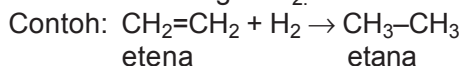
b. Sifat-sifat alkena

- 1) Titik didih alkena mirip dengan alkana, makin bertambah jumlah atom C, harga M_r makin besar maka titik didihnya makin tinggi.

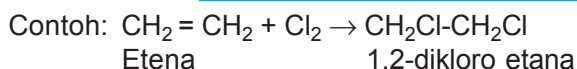
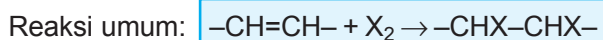
2) Alkena mudah larut dalam pelarut organik tetapi sukar larut dalam air.

3) Alkena dapat bereaksi adisi dengan H_2 dan halogen ($X_2 = F_2, Cl_2, Br_2, I_2$).

a) Adisi alkena dengan H_2 .



b) Adisi alkena dengan halogen.



3. Alkuna

Alkuna merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap tiga pada rantai karbonnya. Rumus umum alkuna adalah C_nH_{2n-2} .

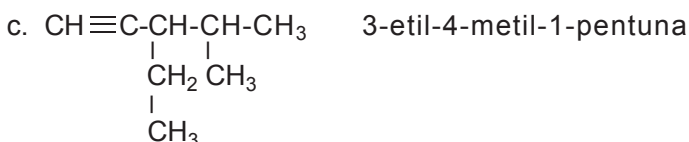
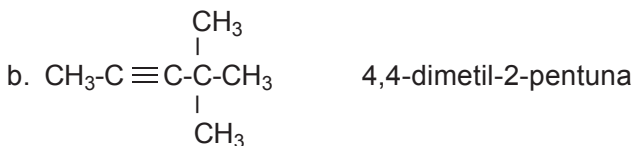
Tabel 9.4 Deret homolog alkuna

Deret alkana	Rumus molekul	Rumus struktur
Etuna	C_2H_2	$CH \equiv CH$
Propuna	C_3H_4	$CH \equiv C-CH_3$
1-Butuna	C_4H_6	$CH \equiv C-CH_2-CH_3$
1-Pentuna	C_5H_8	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Heksuna	C_6H_{10}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Heptuna	C_7H_{12}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Oktuna	C_8H_{14}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Nonuna	C_9H_{16}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Dekuna	$C_{10}H_{18}$	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

a. Tata nama alkuna menurut IUPAC

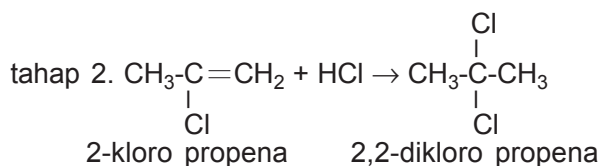
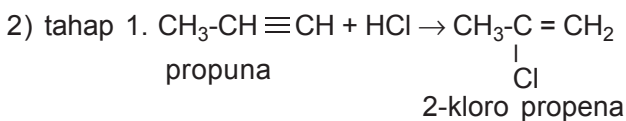
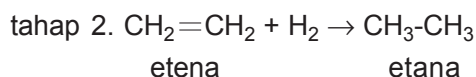
- 1) Rantai induk diambil rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap tiga. Ikatan rangkap tiga diberi nomor sekecil mungkin.
- 2) Rantai cabang diberi nomor menyesuaikan nomor ikatan rangkap tiga.

a. $\text{CH}\equiv\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 3-metil-1-butana



- 1) Titik didih alkuna mirip dengan alkana dan alkena. Semakin bertambah jumlah atom C harga M_r makin besar maka titik didihnya makin tinggi.
- 2) Alkuna dapat bereaksi adisi dengan H_2 , halogen ($X_2 = F_2, Cl_2, Br_2, I_2$) dan asam halida ($HX = HF, HCl, HBr, HI$).

1) tahap 1. $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2$
etuna etena





D. Isomer

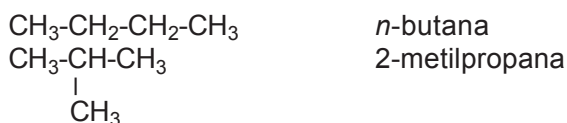
Isomer adalah dua senyawa atau lebih yang mempunyai rumus kimia sama tetapi mempunyai struktur yang berbeda. Secara garis besar isomer dibagi menjadi dua, yaitu isomer struktur, dan isomer geometri.

1. Isomer struktur

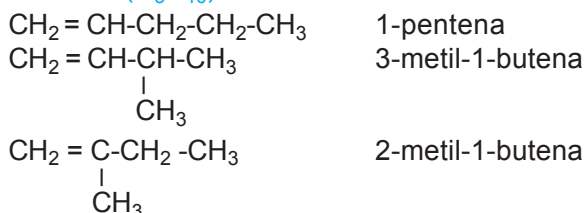
Isomer struktur dapat dikelompokkan menjadi: isomer rangka, isomer posisi, dan isomer gugus fungsi.

a. *Isomer rangka* adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi kerangkanya berbeda. Contoh pada alkana, alkena, dan alkuna.

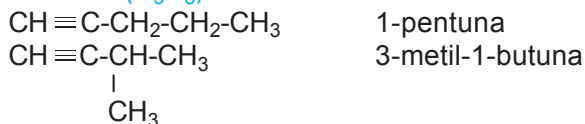
1) Butana (C_4H_{10}).



2) Pentena (C_5H_{10})

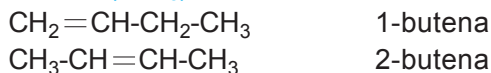


3) Pentuna (C_5H_8)

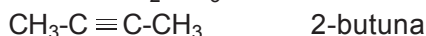
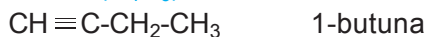


b. *Isomer posisi* adalah senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi posisi gugus fungsinya berbeda. Contoh pada alkena dan alkuna.

1) Butena (C_4H_8)



2) Butuna (C_4H_6)



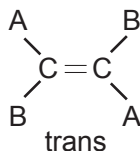
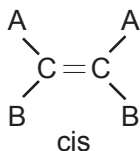
c. *Isomer gugus fungsi* adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi gugus fungsinya berbeda. Contoh pada alkuna dan alkadiena.

Propuna (C_3H_4)

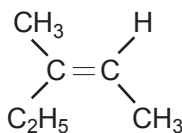


2. Isomer geometri

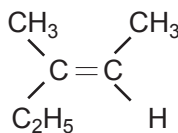
Isomer geometri adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi struktur ruangnya berbeda. Contoh pada alkena mempunyai 2 isomer geometri yaitu cis dan trans.



Contoh:



trans 3-metil-2-pentena



cis 3-metil-2-pentena



1. Kekhasan atom karbon adalah mampu membentuk 4 ikatan kovalen baik tunggal, rangkap 2, rangkap 3 dengan atom C atau atom lain. Mampu membentuk rantai karbon baik terbuka atau tertutup.
2. Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang mengandung unsur C dan H. Contoh: alkana, alkena, dan alkuna.

3. Alkana adalah senyawa hidrokarbon dengan rantai karbon jenuh (ikatan kovalen tunggal). Rumus umumnya C_nH_{2n+2} .
4. Alkena adalah senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua pada rantai karbonnya. Rumus umum alkena adalah C_nH_{2n} .
5. Alkuna merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap tiga pada rantai karbonnya. Rumus umum alkuna adalah C_nH_{2n-2} .
6. Reaksi-reaksi kimia pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna antara lain: reaksi substitusi, reaksi adisi, reaksi oksidasi, dan reaksi eliminasi.
7. Isomer adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi strukturnya berbeda. Isomer dibagi 2 yaitu isomer struktur dan isomer geometri. Isomer struktur dibagi 3: isomer rangka, isomer posisi, dan isomer gugus fungsi.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

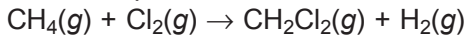
1. Gas hasil pemanasan gula pasir yang dialirkan ke dalam air kapur akan terjadi endapan putih, endapan putih tersebut adalah
 - A. $Ca(OH)_2$
 - B. $CaCO_3$
 - C. CaO
 - D. CO_2
 - E. H_2CO_3
2. Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang molekulnya terdiri dari
 - A. atom karbon dan molekul air
 - B. atom karbon dan atom hidrogen
 - C. atom C, H, O, dan N
 - D. atom C, O, N, dan sedikit P, S, Cl
 - E. atom karbon dan atom-atom nonlogam

3. Pernyataan yang benar tentang senyawa organik jika dibandingkan dengan senyawa anorganik adalah
 - A. lebih mudah larut dalam air
 - B. mempunyai titik didih lebih tinggi
 - C. lebih reaktif
 - D. lebih stabil terhadap permainan
 - E. lebih mudah terbakar
4. Gas hasil pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon adalah
 - A. C
 - B. CO
 - C. CO₂
 - D. O₂
 - E. H₂
5. Senyawa hidrokarbon terutama digunakan sebagai
 - A. obat-obatan antiseptik
 - B. bahan kosmetik
 - C. serat sintetis
 - D. bahan bakar
 - E. zat aditif pada makanan
6. Berikut ini yang termasuk anggota deret homolog alkana adalah
 - A. C₃H₆
 - B. C₄H₆
 - C. C₄H₈
 - D. C₅H₁₀
 - E. C₅H₆
7. Nama yang benar untuk senyawa:

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\
 & & | & & | & & & & \\
 & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 & & & & \\
 & & & & | & & & & \\
 & & & & \text{CH}_3 & & & &
 \end{array}$$
 adalah
 - A. 2-metil-3-etilpentana
 - B. 2-etil-2-metilpentana
 - C. isopropilpentana
 - D. 3-etil-2-metilpentana
 - E. 3-etil-4-metilpentana
8. Nama senyawa CH₃CH(CH₃)C(CH₃)₃ adalah
 - A. 2,2-dimetilpentana
 - B. 2,2,3-trimetilbutana
 - C. 2,3,3-trimetilbutana
 - D. 1,1,1,2-tetrametilbutana
 - E. isopentana

9. Senyawa di bawah ini yang mempunyai nama 2-metil-pentana adalah
- A. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$
- D. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{-CH-CH-CH}_3$
 $\quad \quad | \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3 \text{ CH}_3$
10. Senyawa hidrokarbon berikut yang mempunyai 5 atom karbon adalah
- A. 3-metilheksana
- B. 2,3-dimetilbutana
- C. 2,2-dimetilpentana
- D. 2,4-dimetilbutana
- E. 2-metilbutana
11. Senyawa berikut yang mempunyai titik didih paling tinggi adalah
- A. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
- D. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{-C-CH}_3$
 $\quad \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3$

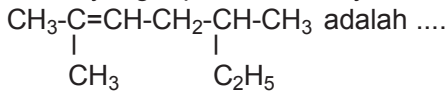
12. Diketahui persamaan reaksi:



merupakan reaksi

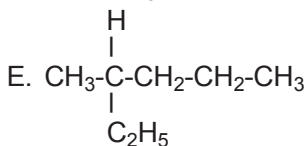
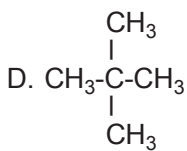
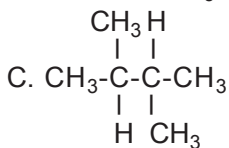
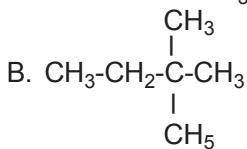
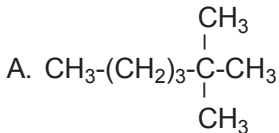
- A. oksidasi
- B. adisi
- C. substitusi
- D. eliminasi
- E. pembakaran

13. Nama yang tepat untuk senyawa berikut:

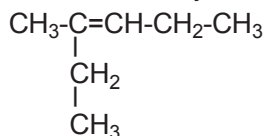


- A. 2,5-dimetil-5-etil-2-pentena
- B. 2-metil-5-etil-2-heksena
- C. 2-etil-5-metil-2-heksena
- D. 2,5-dimetil-2-heptena
- E. 3,6-dimetil-5-heptena

14. Salah satu isomer struktur dari molekul C_6H_{14} adalah



15. Tata nama senyawa berikut menurut IUPAC adalah



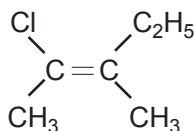
- A. 2-etil-2-pentena D. 3-metil-3-heksena
B. 2-etil-3-pentena E. 4-metil-3-heksena
C. 3-metil-3-pentena

16. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Nama yang tepat untuk senyawa alkana di atas adalah

- A. 3,5-dimetilheptana
B. 3,5-dimetil-1-heptena
C. 3,5-dimetil-2-heptena
D. 3,5-dimetil-3-heptena
E. 3,5-dimetil-4-heptena

17. Nama molekul di bawah ini adalah



- A. 1-kloro-2,3-dimetilpentena
B. 1-kloro-2,3-dimetil-2-heksena
C. cis 2-kloro-3-metil-2-pentena
D. trans 2-kloro-3-metil-2-pentena
E. 2-kloro-cis-2-heksena

18. Jumlah isomer dari molekul C_5H_{10} adalah

- A. 1 D. 4
B. 2 E. 5
C. 3

19. Di antara pasangan-pasangan berikut yang merupakan deret homolognya adalah

- A. C_3H_8 dan C_3H_6
B. C_3H_8 dan C_4H_8
C. C_3H_8 dan C_5H_{12}
D. C_3H_6 dan C_4H_{10}
E. C_3H_6 dan C_5H_{12}

20. Reaksi berikut:
 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HX} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHX}-\text{CH}_3$
 dikenal sebagai reaksi
 A. kondensasi
 B. eliminasi
 C. oksidasi
 D. adisi
 E. substitusi
21. Campuran berikut yang menghasilkan 2-bromo propana adalah
 A. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2$
 B. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr}$
 C. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{HBr}$
 D. $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C} + \text{HBr}$
 E. $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3 + \text{Br}_2$
22. Gas yang terbentuk dari reaksi kalsium karbida (CaC_2) dengan air adalah
 A. C_2H_2
 B. C_2H_4
 C. C_2H_6
 D. C_3H_6
 E. CH_4
23. Jumlah isomer dari butuna (C_4H_6) adalah
 A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4
 E. 5
24. Rumus struktur dari 3-metil-1-pentuna adalah
 A. $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$
 B. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}\equiv\text{CH}$
 C. $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 D. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$
 E. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}=\text{CH}_2$

25. Rumus asetilena adalah
- $\text{CH}_3\text{-CH}_3$
 - $\text{CH}_2\text{=CH}_2$
 - $\text{CH}\equiv\text{CH}$
 - $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_3$
 - $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_3$
26. Senyawa $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$ dapat terbentuk melalui reaksi
- adisi H_2 pada $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$
 - substitusi $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl} + \text{Na}$
 - polimerisasi $\text{CH}_2\text{=CH}_2$
 - eliminasi $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$
 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \end{array}$
 - eliminasi $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2$
 $\begin{array}{cc} \text{Cl} & \text{Cl} \\ | & | \end{array}$
27. Berikut yang *bukan* merupakan pasangan isomer adalah
- $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$
 - $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \end{array}$
 - $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$
 - $\text{CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2$ dan $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$
 - $\text{CH}_2\text{=C=CH-CH}_3$ dan $\text{CH}\equiv\text{C-C=CH}$
28. Reaksi: $3 \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow (\text{CH}_2)_6$ adalah reaksi
- adisi
 - polimerisasi
 - substitusi
 - asosiasi
 - disosiasi
29. Pembakaran 7 gram C_5H_{10} akan menghasilkan gas CO_2 sebanyak
- 4,4 gram
 - 7 gram
 - 11 gram
 - 22 gram
 - 44 gram

30. Persamaan reaksi pembakaran sempurna dari senyawa hidrokarbon berikut yang tepat adalah

- A. $\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- B. $\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- C. $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g)$
- D. $\text{C}_2\text{H}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{CO}(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g)$
- E. $\text{C}_2\text{H}_6(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan kekhasan atom C dibandingkan dengan atom yang lain!
2. Beri nama senyawa berikut sesuai aturan IUPAC!
 - a. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_3$
 - b. $\text{CH}_3=\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_4\text{H}_9)\text{CH}_3$
 - c. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CCCH}_2\text{CH}_3$
3. Tuliskan rumus struktur senyawa berikut!
 - a. 4-etil-2,4-dimetiloktana
 - b. 4,4-dietil-2,5-dimetil-2-heksena
 - c. 5-etil-2,2-dimetil-3-heptuna
4. Lengkapi reaksi berikut!
 - a. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl} + \text{Cl}_2$
 - b. 1-butena + HBr
 - c. karbid + air
5. Tuliskan semua isomer dari C_5H_{12} !





BAB 10

MINYAK BUMI



Gambar 10.1 Penyulingan minyak bumi
Sumber: *Ensiklopedi Sains & Kehidupan*

Pada pelajaran bab kesepuluh ini akan dipelajari tentang fraksi-fraksi minyak bumi dan dampak pembakaran minyak bumi.

Bab 10

Minyak Bumi

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kamu mampu:

1. menjelaskan proses pembentukan minyak bumi dan gas alam;
2. menafsirkan bagan penyulingan bertingkat untuk menjelaskan dasar dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi;
3. menganalisis dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan.

Senyawa hidrokarbon yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari contohnya minyak bumi. Karena pentingnya minyak bumi bagi kelangsungan hidup kita, maka pada bab ini akan dibahas proses terbentuknya minyak bumi, penyulingan minyak bumi, fraksi-fraksi minyak bumi, dan dampak pembakaran minyak bumi.



A. *Fraksi-fraksi Minyak Bumi (LNG, LPG, Petroleum Eter, Bensin, Kerosin, Solar, Oli, Lilin, Aspal)*

Sekarang ini pemakaian minyak bumi semakin meningkat dengan meningkatnya berbagai macam industri. Karena selain untuk rumah tangga pemakaian minyak bumi dalam industri menjadi sangat vital, bahkan menduduki peringkat pertama dalam pemakaian bahan bakar. Permasalahan minyak bumi tidak lagi menjadi masalah ekonomi tetapi sudah

menjadi masalah politik. Permasalahan yang muncul belakangan ini adalah semakin menipisnya cadangan minyak bumi di seluruh dunia. Mengapa bisa terjadi? Perlu kiranya kita tahu bagaimana proses terbentuknya minyak bumi.

Minyak bumi terbentuk dari peruraian senyawa-senyawa organik dari jasad mikroorganisme jutaan tahun yang lalu di dasar laut. Hasil peruraian yang berbentuk cair akan menjadi minyak bumi dan yang berwujud gas menjadi gas alam. Proses peruraian ini berlangsung sangat lambat sehingga untuk membentuk minyak bumi dibutuhkan waktu yang sangat lama. Itulah sebabnya minyak bumi termasuk sumber bahan alam yang tidak dapat diperbarui, sehingga dibutuhkan kearifan dalam eksplorasi dan pemakaiannya. Untuk mendapatkan minyak bumi ini dapat dilakukan dengan pengeboran.

Minyak bumi merupakan campuran senyawa-senyawa hidrokarbon. Untuk dapat dimanfaatkan perlu dipisahkan melalui **distilasi bertingkat**, yaitu cara pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya pada kolom bertingkat. Komponen utama minyak bumi dan gas alam adalah alkana.

Gas alam mengandung 80% metana, 7% etana, 6% propana, 4% butana dan isobutana, sisanya pentana. Untuk dapat dimanfaatkan gas propana dan butana dicairkan yang dikenal sebagai LNG (*Liquid Natural Gas*). Karena pembakaran gas alam murni lebih efisien dan sedikit polutan, maka gas alam banyak digunakan untuk bahan bakar industri dan rumah tangga. Dalam tabung kecil sering digunakan untuk kemah, barbekyu, dan pemantik api. LNG juga banyak digunakan untuk bahan dasar industri kimia seperti pembuatan metanol dan pupuk.

Senyawa penyusun minyak bumi: alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik. Di samping itu terdapat pengotor berupa senyawa organik yang mengandung S, N, O, dan organo logam. Dari hasil distilasi bertingkat diperoleh fraksi-fraksi LNG, LPG, petroleum eter, bensin, kerosin, solar, oli, lilin, dan aspal.

Tabel 10.1 Fraksi-fraksi minyak bumi

Fraksi	Jumlah atom C	Titik didih (°C)	Kegunaan
Gas	1–4	(–160)–30	Bahan bakar LPG, sumber hidrogen, bahan baku sintesis senyawa organik.
Petroleum eter	5–6	30–90	Pelarut.
Bensin (gasoline)	5–12	70–140	Bahan bakar kendaraan.
Nafta (bensin berat)	6–12	140–80	Bahan kimia (pembuatan plastik, karet sintetis, detergen, obat, cat, serat sintetis, kosmetik), zat aditif bensin.
Minyak tanah (kerosin), Avtur (Aviationturbine kerosene)	9–14	180–250	Rumah tangga. Bahan bakar mesin pesawat terbang.
Solar dan minyak diesel	12–18	270–350	Bahan bakar diesel, industri.
Pelumas (Oli)	18–22	350 ke atas	Pelumas.
Parafin/lilin/malam	20–30	350 ke atas	Lilin, batik, korek api, pelapis kertas bungkus, semir sepatu.
Aspal	25 ke atas	350 ke atas	Pengaspalan jalan, atap bangunan, lapisan antikorosi, pengedap suara pada lantai.

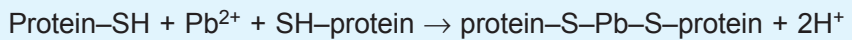
Bensin akhir-akhir ini menjadi perhatian utama karena pemakaiannya untuk bahan bakar kendaraan bermotor sering menimbulkan masalah. Kualitas bensin ditentukan oleh **bilangan oktan**, yaitu bilangan yang menunjukkan jumlah isooktan dalam bensin.

Bilangan oktan merupakan ukuran kemampuan bahan bakar mengatasi ketukan ketika terbakar dalam mesin. Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang mengandung senyawa *n*-heptana dan isooktan. Misalnya bensin premium yang beredar di pasaran dengan bilangan oktan 80 berarti bensin tersebut mengandung 80% isooktan dan 20% *n*-heptana.

Bensin super mempunyai bilangan oktan 98 berarti mengandung 98% isooktan dan 2% *n*-heptana. Pertamina meluncurkan produk bensin ke pasaran dengan 3 nama, yaitu: *premium* (bilangan oktan 80–88), *pertamax* (bilangan oktan

91–92) dan *pertamax plus* (bilangan oktan 95). Penambahan zat antiketukan pada bensin bertujuan untuk memperlambat pembakaran bahan bakar. Untuk menaikkan bilangan oktan antara lain ditambahkan MTBE (*Metyl Tertier Butil Eter*), tersier butil alkohol, benzena, atau etanol.

Penambahan zat aditif Etilfluid yang merupakan campuran 65% TEL (*Tetra Etil Lead/Tetra Etil Timbal*), 25% 1,2-dibromoetana dan 10% 1,2-dikloro etana sudah ditinggalkan karena menimbulkan dampak pencemaran timbal ke udara. Timbal (Pb) bersifat racun yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti pusing, anemia, bahkan kerusakan otak. Anemia terjadi karena ion Pb^{2+} bereaksi dengan gugus sulfhidril ($-\text{SH}$) dari protein sehingga menghambat kerja enzim untuk biosintesis hemoglobin. Reaksinya:



Permintaan pasar terhadap bensin cukup besar maka untuk meningkatkan produksi bensin dapat dilakukan cara-cara:

1. *Cracking* (perengkahan), yaitu pemecahan molekul besar menjadi molekul-molekul kecil. Contoh:
 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$
2. *Reforming*, yaitu mengubah struktur molekul rantai lurus menjadi rantai bercabang.
3. *Alkilasi* atau *polimerisasi*, yaitu penggabungan molekul-molekul kecil menjadi molekul besar. Contoh:
 - a. propena + butena \rightarrow bensin
 - b. isobutana + isobutena \rightarrow isooktana

Dampak pembakaran bensin dapat diatasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

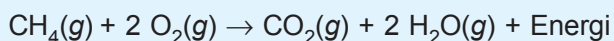
1. Produksi bensin ramah lingkungan (tanpa timbal).
2. Penggunaan converter katalitik pada sistem pembuangan kendaraan.
3. Penggunaan *Electronic Fuel Injection* (EFI) pada sistem bahan bakar.
4. Penghijauan atau pembuatan taman kota.
5. Penggunaan energi alternatif.



B. Dampak Pembakaran Minyak Bumi

Pembakaran bahan bakar minyak dapat berlangsung dua cara yaitu pembakaran sempurna dan tidak sempurna. Pembakaran sempurna menghasilkan energi yang cukup besar dibandingkan pembakaran tidak sempurna. Tetapi gas CO_2 yang dihasilkan dapat menyebabkan terjadinya *green house effect* (efek rumah kaca).

Reaksi pembakaran sempurna:



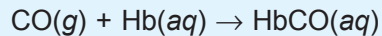
Gas CO_2 merupakan gas tak berwarna, tak berbau, mudah larut dalam air, meneruskan sinar matahari gelombang pendek tapi menahan pantulan energi matahari gelombang panjang (sinar inframerah). Jika jumlahnya melebihi ambang batas (lebih dari 330 bpj), maka akan menyebabkan sesak napas dan membentuk “selubung” di atmosfer. Gas CO_2 mempunyai kemampuan untuk menahan energi matahari gelombang panjang sehingga panas tidak dapat dilepaskan ke ruang angkasa. Peristiwa terjebaknya sinar matahari oleh gas CO_2 inilah yang disebut efek rumah kaca. Akibatnya suhu bumi menjadi naik atau lebih dikenal dengan istilah pemanasan global. Coba bayangkan jika suhu di seluruh permukaan bumi ini naik, apa yang terjadi? Bukankah es di kedua kutub bumi akan mencair? Dapatkan kamu membayangkan apa dampak selanjutnya?

Pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar minyak akan menghasilkan jelaga yang dapat mengotori alat-alat seperti perkakas rumah tangga, mesin, knalpot, dan lain-lain. Sehingga mempercepat kerusakan pada alat-alat tersebut. Selain itu juga menghasilkan gas CO yang dapat menyebabkan keracunan.

Reaksi pembakaran tak sempurna:

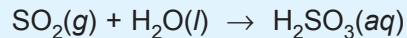


Gas CO merupakan gas tak berwarna, tak berbau, tak berasa, dan sukar larut dalam air. Gas CO mempunyai daya ikat yang lebih tinggi dibanding gas oksigen terhadap hemoglobin, sehingga jika terhirup manusia menyebabkan dalam darah lebih banyak mengandung CO daripada oksigen. Gejala yang timbul jika keracunan gas CO adalah sesak napas, daya ingat berkurang, ketajaman penglihatan menurun, dan lelah jantung. Tubuh akan kekurangan suplai oksigen, akibatnya badan lemas, pingsan, bahkan dapat menyebabkan kematian. Reaksi:

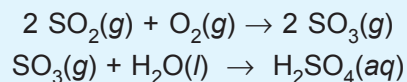


Pembakaran bahan bakar minyak juga dapat menghasilkan zat polutan lain seperti: oksida belerang (SO_2 dan SO_3), oksida nitrogen (NO dan NO_2), dan partikel-partikel debu. Gas-gas tersebut jika masuk di udara dapat menyebabkan terjadinya hujan asam.

Gas SO_2 merupakan gas tak berwarna tetapi berbau sangat menyengat dan larut dalam air. Gas CO_2 dapat menyesak napas, memedihkan mata, dan mematikan daun karena merupakan racun bagi klorofil. Gas SO_2 dan SO_3 di udara lembap dapat bereaksi dengan uap air membentuk asam. Reaksinya:



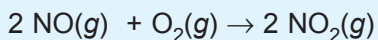
Bereaksi dengan O_2 membentuk SO_3 kemudian bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat. Reaksinya:



Asam sulfat di udara lembap mudah larut dalam air hujan sehingga air hujan bersifat asam, atau dikenal dengan **hujan asam**. Hujan asam dapat menyebabkan tumbuhan dan hewan yang tidak tahan hidup dalam suasana asam akan mati, dan perabotan yang berasal dari logam terkorosi. Selain gas SO_2 dan SO_3 , gas NO dan NO_2 juga dapat menyebabkan hujan

asam. Gas NO merupakan gas yang tak berwarna tetapi beracun. Gas NO dapat bereaksi dengan O_2 menghasilkan gas NO_2 .

Reaksinya:



Gas NO_2 berwarna merah cokelat, berbau menyengat, mudah larut dalam air, dan beracun. Gas NO_2 dapat menyebabkan kanker karena bersifat karsinogenik. Gas-gas tersebut juga mempunyai potensi menjadi gas rumah kaca yang dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca. Gas NO dan NO_2 juga menjadi katalis pada penguraian ozon di stratosfer.

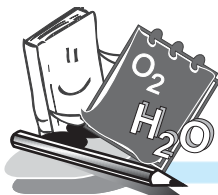
Mengingat dampak yang ditimbulkan dan terbatasnya sumber tambang minyak di dunia ini, maka mulai sekarang dicari energi alternatif lain seperti:

1. licol /batu bara yang dibersihkan (sumber Buletin Khusus –Warta untuk Warga Agustus 2006);
2. biodiesel dari minyak jarak (sumber Yunior–Suara Merdeka 1 Oktober 2006);
3. biodiesel (etanol dari tebu, minyak jagung, minyak kelapa sawit);
4. biogas dari kompos/kotoran hewan;
5. tenaga nuklir;
6. tenaga panas bumi /geothermal;
7. tenaga air terjun;
8. tenaga gelombang air laut;
9. tenaga angin;
10. tenaga surya.



1. Minyak bumi terbentuk melalui proses pelapukan atau peruraian senyawa-senyawa organik dari jasad mikroorganisme jutaan tahun yang lalu di dasar laut.
2. Pemisahan minyak bumi menjadi fraksi-fraksinya dengan cara distilasi bertingkat.

3. Fraksi-fraksi minyak bumi, antara lain: gas, petroleum eter, bensin/gasoline, nafta, kerosin, solar, oli, parafin, dan aspal.
4. Dampak pembakaran minyak bumi, antara lain terjadinya efek rumah kaca, pemanasan global, hujan asam.



Uji Kompetensi

A. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D, atau E di depan jawaban yang tepat!

1. Senyawa berikut yang paling banyak terdapat dalam minyak bumi adalah
A. alkana
B. alkena
C. alkuna
D. sikloalkana
E. senyawa aromatis
2. Fraksi minyak bumi yang terakhir dipisahkan dengan distilasi bertingkat digunakan untuk
A. bahan bakar memasak
B. bahan bakar kendaraan
C. pengaspalan jalan
D. pelarut organik
E. pelumas mesin
3. Senyawa berikut yang termasuk gas alam adalah
A. etana dan etuna
B. metana dan oktana
C. propana dan propilena
D. metana dan etana
E. propana dan butana
4. Kadar belerang minyak bumi di Indonesia lebih tinggi daripada minyak bumi Timur Tengah, hal ini karena
A. Indonesia terletak di daerah khatulistiwa
B. suhu udara Indonesia lebih rendah
C. titik didih minyak bumi Indonesia lebih tinggi
D. Indonesia dilalui deretan Gunung Sirkum Pasifik
E. kesuburan tanah di Indonesia lebih baik

5. Zat yang dapat digunakan untuk bahan bakar pesawat terbang adalah
- A. metana
B. bensin
C. kerosin
D. avtur
E. solar
6. Petrokimia Gresik juga memproduksi bahan dasar untuk plastik, bahan baku utama yang dibutuhkan oleh pabrik ini adalah
- A. bensin
B. aspal
C. lilin
D. solar
E. nafta
7. Bensin mempunyai mutu yang rendah jika banyak mengandung
- A. isooktana
B. 2,2,4-trimetilpentana
C. 2,2,3,3-tetrametilbutana
D. 2,2,3-trimetilpentana
E. *n*-heptana
8. Zat anti-*knocking* yang ramah lingkungan adalah
- A. MTBE
B. LPG
C. TEL
D. LNG
E. belerang
9. Bensin yang memiliki angka oktan 80, berarti memiliki perbandingan isooktana dan *n*-heptana sebesar
- A. 1 : 4
B. 4 : 1
C. 8 : 1
D. 5 : 1
E. 1 : 5
10. Pertamax yang diproduksi Pertamina mempunyai bilangan oktan
- A. 82
B. 89
C. 92
D. 96
E. 98
11. Salah satu cara untuk menghasilkan bensin adalah melalui reaksi berikut yang berlangsung pada suhu 425 °C dan tekanan 25 atm:
- $$\text{C}_{12}\text{H}_{26} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14} + \text{C}_6\text{H}_{12}$$
- Cara di atas dikenal dengan istilah
- A. pirolisis
B. distilasi
C. *cracking*
D. *knocking*
E. disosiasi

12. Pada pembakaran bensin dalam mesin sering muncul gas buang melalui knalpot yang berwarna coklat. Gas buang tersebut adalah
- A. uap air
B. gas CO
C. gas CO₂
D. gas SO₂
E. gas NO₂
13. Gas yang dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca adalah
- A. NO
B. NO₂
C. CO
D. CO₂
E. CH₄
14. Pencemaran udara dapat mengakibatkan seseorang pingsan, hal ini terjadi karena
- A. gas SO₂ terlalu banyak di udara
B. darah kekurangan gas CO
C. hemoglobin darah lebih banyak mengikat CO daripada O₂
D. terbentuknya NO dari pembakaran bensin
E. darah kekurangan CO₂
15. Di daerah industri udara dapat mengandung gas-gas polutan. Berikut pasangan gas yang dapat menyebabkan terjadinya korosi adalah
- A. SO₂ dan NO₂
B. SO₂ dan O₂
C. O₂ dan N₂
D. CO dan N₂
E. CO₂ dan CO
16. Sumber pencemaran udara paling banyak adalah
- A. letusan gunung berapi
B. pembusukan
C. pembuangan sampah
D. kenaikan suhu udara
E. gas pembakaran bahan bakar
17. Logam yang berbahaya bagi tubuh dan berasal dari pembakaran bensin adalah
- A. perak
B. seng
C. timah
D. timbal
E. besi

18. Zat aditif yang ditambahkan pada bensin untuk meningkatkan bilangan oktan tetapi tingkat polusinya rendah adalah
- A. CO
 - B. CO₂
 - C. CH₃-O-C₄H₉
 - D. CH₃-O-CH₃
 - E. C₂H₅-O-C₃H₇
19. Kenaikkan suhu bumi dapat mempengaruhi lingkungan hidup karena suhu tinggi membantu terbentuknya
- A. O₃
 - B. NO
 - C. NO₂
 - D. CO
 - E. N₂
20. Salah satu cara mengatasi pencemaran udara di kota besar adalah
- A. membangun perumahan
 - B. membangun industri
 - C. melakukan urbanisasi
 - D. melakukan penghijauan dengan sistem hidroponik
 - E. melakukan pengairan
21. Pembakaran minyak bumi yang tidak sempurna akan berbahaya bagi makhluk hidup karena dihasilkan zat-zat yang beracun, yaitu
- A. gas CO dan CO₂
 - B. gas CO₂ dan Pb
 - C. gas CO dan Pb
 - D. gas CO₂ dan C
 - E. senyawa logam berat
22. Zat-zat berikut yang *tidak* terdapat pada minyak bumi adalah
- A. belerang
 - B. nitrogen
 - C. oksigen
 - D. organologam
 - E. natrium
23. Zat pencemar akibat pembakaran bensin yang dapat menyebabkan hujan asam dan smog fotokimia adalah
- A. NO dan NO₂
 - B. CO dan CO₂
 - C. O₂
 - D. SO₂
 - E. Pb

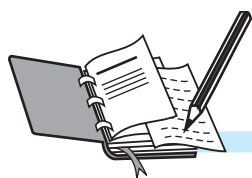
24. Hal-hal yang *tidak* dapat dilakukan untuk mengatasi dampak negatif pembakaran bensin adalah
- A. penggunaan converter katalitik pada sistem buangan kendaraan
 - B. penggunaan EFI (*Elektronic Fuel Injection*) pada sistem bahan bakar
 - C. penghijauan atau pembuatan taman kota
 - D. penggunaan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan
 - E. penambahan aditif Pb pada bensin
25. Kadar CO di udara yang masih aman (belum membahayakan) jika diisap adalah
- A. di bawah 100 ppm
 - B. 100–200 ppm
 - C. 200–250 ppm
 - D. 250–500 ppm
 - E. 500–1.000 ppm
26. Mesin kendaraan bermotor jangan dihidupkan dalam ruang tertutup, sebab salah satu gas hasil pembakaran bensin bersifat racun, yaitu
- A. NO_2
 - B. CO
 - C. NO
 - D. H_2O
 - E. CO_2
27. Komponen di bawah ini yang *bukan* komponen bensin adalah
- A. 2,3-dimetilheksana
 - B. 2-metilheksana
 - C. 2-metilheptana
 - D. 2,3-dimetilbutana
 - E. 2,2,4-trimetilpentana
28. Zat berikut hasil penyulingan bertingkat minyak bumi:
- i. solar
 - ii. kerosin
 - iii. aspal
 - iv. bensin
 - v. LPG
- Urutan hasil penyulingan minyak bumi dari titik didih rendah ke titik didih tinggi adalah
- A. i, ii, iii, iv, v
 - B. ii, iii, iv, v, i
 - C. iii, iv, v, i, ii
 - D. v, iv, iii, ii, i
 - E. v, iv, ii, i, iii

29. Pada penyulingan minyak bumi secara bertingkat hasil yang diperoleh pada suhu $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ berguna untuk
- A. pembuatan plastik
 - B. pelumas
 - C. antiseptik
 - D. bahan bakar
 - E. obat-obatan
30. Pernyataan yang benar untuk bensin premium adalah
- A. merupakan salah satu produk dari minyak bumi
 - B. kadar *n*-heptana lebih tinggi daripada isooktananya
 - C. penampilannya lebih pekat daripada minyak tanah
 - D. mempunyai angka oktan 90
 - E. memiliki titik didih sekitar $200\text{ }^{\circ}\text{C}$

B. Jawablah soal-soal di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Mengapa kita harus menghemat pemakaian bahan bakar minyak dan gas alam? Bagaimana caranya?
2. Sebutkan hasil distilasi bertingkat minyak bumi!
3. Menurut perjanjian senyawa apa yang mempunyai bilangan oktan = 0, dan senyawa apa yang mempunyai bilangan oktan = 100?
4. Jika kamu memasak dengan kompos gas, maka pembakarannya termasuk sempurna atau tidak sempurna? Jelaskan perbedaan keduanya!
5. Apa yang dapat kamu lakukan untuk mencegah dampak negatif pembakaran minyak bumi?





Glosarium

alkana. hidrokarbon alifatik dengan rumus umum $C_n H_{2n+2}$.

alkena. hidrokarbon alifatik yang mengandung satu ikatan rangkap, dengan rumus umum $C_n H_{2n}$.

alkuna. hidrokarbon alifatik yang mengandung satu ikatan rangkap, dengan rumus umum $C_n H_{2n-2}$.

anion. ion bermuatan negatif

asam. jenis senyawa yang mengandung hidrogen dan terdisosiasi dalam air

bilangan oksidasi. ukuran kemampuan suatu atom untuk melepaskan atau menerima elektron dalam pembentukan senyawa

bilangan oktan. bilangan yang menunjukkan ukuran kemampuan bahan bakar untuk menahan ketukan bila dibakar dalam motor mesin

campuran. gabungan dua zat tunggal atau lebih yang masih mempunyai sifat-sifat zat asalnya

distilasi. proses pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponennya.

efek rumah kaca. lapisan gas CO_2 yang melingkupi bumi menyebabkan tenaga radiasi terserap oleh lapisan tersebut, kemudian energi itu dipancarkan kembali sehingga bumi menjadi hangat

elektrolit. bahan yang menghantarkan arus listrik karena terjadi perpindahan elektron, bahan berupa lelehan atau larutan

fase. bagian homogen dari sistem heterogen yang dipisahkan satu sama lain oleh batas yang jelas

glukosa. gula anggur, gula kristal putih, $C_6H_{12}O_6$, yang sangat banyak dijumpai di alam

heterogen. berkaitan dengan dua atau beberapa fase

hidrat. air kristal yang terdapat dalam molekul-molekul zat

hidrokarbon. senyawa yang mengandung unsur karbon dan hidrogen

homogen. berkaitan hanya dengan satu fase

hujan asam. air hujan yang mengandung asam (seperti asam sulfat, asam karbonat, asam nitrat)

ionisasi. peristiwa penguraian zat menjadi ion-ion

isomer. senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda

kation. ion bermuatan positif

koefisien reaksi. angka yang ditetapkan agar jumlah atom-atom di sebelah kiri (*reaktan*) sama dengan jumlah atom-atom di sebelah kanan (hasil reaksi)

larutan. campuran homogen antara zat terlarut (*solute*) dan zat pelarut (*solvent*)

massa atom relatif. perbandingan massa rata-rata satu atom suatu unsur dengan kali massa satu atom C-12

massa molar. massa satu mol zat (sama dengan A_r unsur atau M_r senyawa)

massa molekul relatif. perbandingan massa rata-rata satu molekul suatu senyawa dengan kali massa satu atom C-12

nonelektrolit. bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik

oksidasi. reaksi penerimaan oksigen, pelepasan elektron atau kenaikan bilangan oksidasi

oksidator. zat yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi (pengoksidasi), zatnya sendiri mengalami reaksi reduksi

ozon. gas yang berwarna biru bersih, berbau menyengat, merupakan oksidator kuat, mempunyai rumus kimia O_3

pencemaran. adanya faktor abiotik di lingkungan yang melebihi ambang batas

pereaksi pembatas. pereaksi yang bereaksi sempurna membatasi jumlah produk yang dihasilkan

polutan. zat-zat pencemar

proton. partikel bermuatan positif

reduksi. reaksi pelepasan oksigen oleh suatu zat, pengikatan elektron atau penurunan bilangan oksidasi

reduktor. zat yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi reduksi (pereduksi), zatnya sendiri mengalami oksidasi

rumus empiris. rumus perbandingan yang paling sederhana dari atom-atom penyusun senyawa

rumus molekul. menyatakan jenis dan jumlah atom dalam satu molekul senyawa

senyawa polar. senyawa ionik atau molekul dengan momen dipol yang besar

sinar katode. aliran elektron yang dipancarkan dari katode di dalam tabung hampa udara

spektrum. kisaran energi elektromagnetik berdasarkan kenaikan atau penurunan panjang gelombang atau frekuensi

tetapan Avogadro. jumlah atom karbon yang terdapat dalam 12 gram C-12 ($N_A = 6,02 \times 10^{23}$)

titik didih. suhu pada saat tekanan udara jenuh suatu cairan sama dengan tekanan atmosfer luar

titik leleh. suhu pada saat padatan berubah menjadi cairan

unsur. zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat-zat yang lebih sederhana dengan reaksi kimia biasa

volume molar. volume satu mol gas yang diukur pada keadaan standar (0°C dan 1 atm), besarnya 22,4 liter

Daftar Pustaka

- Aditiawati, Pinkan. 2006. *Biodegradasi Klorolignin oleh Pseudomonas putida ATCC 45491 dan Phanerochaete Thrysosporium BKMf 1767*. Abstrak Thesis: Internet.
- Anto, Tri Sugiarto. 10 Oktober 2003. Kompas. "Daur Ulang Air Limbah."
- Brady, James E. A. Hadyana Pudjaatmaka Suminar. 1994. *Kimia Universitas: Asas dan Struktur*. Jakarta: Erlangga.
- Buletin Khusus. *Akhir Agustus 2006* Warta untuk Warga. "Licol, Pengganti Minyak Tanah."
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti. Edisi ke-3 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. 2003. *Kurikulum 2004 SMA: Mata Pelajaran Kimia*. Jakarta: Ditjen Dikdasmen.
- Newmark, Ann. 1997. *Jendela Iptek Kimia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Petrucchi, Ralph, H. Suminar. 1999. *Kimia Dasar: Prinsip dan Terapan Modern. Edisi ke-4 Jilid 1, 2, 3, dan 4*. Jakarta: Erlangga.
- Purwati, Sri; TA., Hendayani; Soetopo, Rina S.; Setiadji. 2006. *Penanggulangan Permasalahan Lumpur Bulki dari Proses Lumpur Aktif Pada Pengolahan Air Limbah Pulp dan Kertas*. Bandung: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa; Departemen Perindustrian dan Perdagangan.
- Suroso A.Y, dkk. 2003. *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*. Jakarta: Tarity Samudra Berlian.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. 1991. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Widajatno, Rudy Laksmono. 2006. *Bioregenerasi Karbon Aktif dengan Beban Zat Warna Monoklorotriazynil Menggunakan Bakteri Pseudomonas rudinensis dan Pseudomonas diminuta*.
- Yunior. 1 Oktober 2006. Suara Merdeka. "Biodiesel Energi Alternatif Ramah Lingkungan."

BAB 1

A. 1. c; 3. c; 5. d; 7. b; 9. e; 11. e; 13. b; 15. a; 17. a; 19. c; 21. b; 23. d; 25. c

B. 1. Teori atom Thomson:

Atom digambarkan sebagai bola pejal yang bermuatan positif yang dinetralkan oleh elektron-elektron bermuatan negatif.

3. a. Elektron mengelilingi inti atom pada lintasan tertentu.
- b. Elektron dapat berpindah-pindah lintasan dengan melepas atau menyerap energi.

5. isotop ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$

isobar ${}^3_1\text{H}$ dan ${}^3_2\text{He}$

isoton ${}^2_1\text{H}$ dan ${}^3_2\text{He}$

BAB 2

A. 1. b; 2. d; 4. c; 6. d; 8. d; 12. b; 14. b; 16. b; 18. b; 20. c; 22. d; 24. a; 26. c; 28. c; 30. e; 32. b; 34. a

B. 2. a. ${}^{17}_{17}\text{Cl}$ 2, 8, 7
b. ${}^{20}_{20}\text{Ca}^{2+}$ 2, 8, 8
c. ${}^{16}_{16}\text{S}^{2-}$ 2, 8, 8

4. ${}^9_9\text{A}2$, 7

${}^{19}_{19}\text{B}2$, 8, 8, 1

${}^{20}_{20}\text{C}2$, 8, 8, 2

${}^{56}_{56}\text{D}2$, 8, 18, 18, 8, 2

${}^{13}_{13}\text{E}2$, 8, 3,

${}^{36}_{36}\text{F}2$, 8, 18, 8

${}^{14}_{14}\text{G}2$, 8, 4,

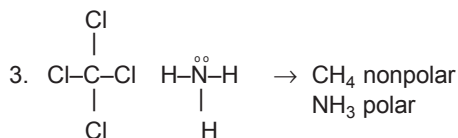
${}^7_7\text{H}2$, 5

- a. golongan alkali (B)
- b. golongan alkali tanah (C, D)
- c. golongan IIIA (E)
- d. golongan gas mulia (F)
- e. golongan halogen (A)
- f. golongan IVA (G)
- g. golongan VA (H)

BAB 3

A. 2. a; 4. c; 6. b; 8. e; 10. c; 12. b; 14. e; 16. c; 18. b; 19. e; 21. c; 23. d; 25. e; 27. e; 29. e

B. 1. a. ${}^{19}_{19}\text{K}$ 2, 8, 8, 1 → melepas 1e^-
b. ${}^{12}_{12}\text{Mg}$ 2, 8, 2 → melepas 2e^-
c. ${}^8_8\text{O}$ 2, 6 → menangkap 2e^-
d. ${}^{17}_{17}\text{Cl}$ 2, 7 → menangkap 1e^-

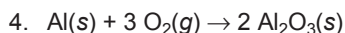


5. a. logam dapat menghantar panas/listrik
- b. logam dapat ditempa
- c. logam mempunyai titik didih dan titik lebur tinggi
- d. logam mengkilap

BAB 4

A. 2. c; 4. e; 6. b; 8. b; 10. d; 12. e; 14. a; 16. d; 18. b; 20. b; 22. c; 24. e

B. 2. a. NaOH
b. HNO₃
c. NO₂
d. Fe₂(CO₃)₂



BAB 5

A. 2. c; 4. a; 6. a; 8. d; 10. d; 12. b; 14. c; 16. d; 18. b; 20. d; 22. a; 24. e

B. 1. a. Karena massa abu < massa kayu, tapi sebenarnya hukum Lavoisier ber-laku.

$$m \text{ kayu} + m \text{ oksigen} = m \text{ abu} + m \text{ CO}_2 + m \text{ H}_2\text{O}$$

b. $m \text{ abu} < m \text{ Mg}$, tetapi hukum Lavoisier berlaku pada pembakaran Mg.

$$m \text{ Mg} + m \text{ O}_2 = m \text{ MgO}$$

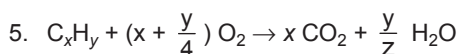
$$3. \text{ a. } \text{Fe} : \text{S} = 7 : 4 \rightarrow \text{Fe} = \frac{7}{4} \times 2 \text{ g} = 3,5$$

g

$$3,5 \text{ g } 2 \text{ g } \text{ massa Fe} = 3,5 \text{ gram}$$

$$b. 7 \text{ g} \sim 7 \text{ g}$$

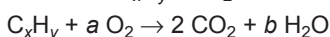
$$\text{massa FeS} = 11 \text{ gram}$$



$$11,2 \text{ L} \quad 20 \text{ L} \quad 22,4 \text{ L}$$

$$\text{Perb vol C}_x\text{H}_y : \text{CO}_2 = 11,2 : 22,4 = 1 : 2$$

$$\text{Perb koef C}_x\text{H}_y : \text{CO}_2 = 1 : 2$$



$$\text{atom C} \rightarrow x = 2$$

$$\text{O} \rightarrow x + \frac{y}{4} = 20$$

$$2 + \frac{y}{4} = 20$$

$$\frac{y}{4} = 18$$

$$y = 72$$

BAB 6

A. 1. c; 3. a; 5. b; 7. d; 9. b; 11. e; 13. c; 15. d; 17. c; 19. a; 21. c; 23. d; 25. b; 27. b; 29. e; 31. e; 33. d; 35. b; 37. a; 39. d

$$B. 1. m = \frac{1,5 \times 10^{23}}{6 \times 10^{23}} \times 44 = 11 \text{ g}$$



$$m \text{ Fe} = \frac{x \cdot 56}{M_r}$$

$$28 = \frac{56x}{M_r}$$

$$M_r = \frac{56x}{28} = 2x$$

$$m \text{ O} = 40 - 28 = 12 \text{ gr}$$

$$12 = \frac{y \cdot 16}{M_r}$$

$$16y = 12 M_r$$

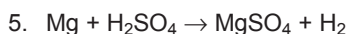
$$= 12 (2x)$$

$$= 24 x$$

$$y : x = 24 : 16$$

$$= 3 : 2$$

$$\text{Rumus Fe}_2\text{O}_3$$



$$30 \text{ g} \quad \frac{22,4 \text{ L}}{22,4} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{mol Mg} = 1 \text{ mol}$$

$$= 1 \times 24$$

$$= 24 \text{ g}$$

$$\% \text{ Mg} = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$$

BAB 7

A. 1. e; 3. c; 5. a; 7. d; 9. b; 11. c; 13. d; 15. c; 17. d; 19. e; 21. a; 23. e; 25. d

B. 1. Beda larutan elektrolit dan nonelektrolit:

No.	Lar. elektrolit	Lar. nonelektrolit
1	Dapat menghantarkan arus listrik.	Tidak dapat menghantarkan arus listrik.
2	Dalam air dapat terionisasi.	Dalam air tidak dapat terionisasi
3	Dalam alat uji elektrolit lampu menyala dan timbul gelembung gas.	Dalam alat uji elektrolit lampu padam dan tidak ada gelembung gas.

3. • Menggunakan alat uji elektrolit sederhana terdiri dari kabel, lampu bolam kecil, baterai, gelas minum.
 - Larutan X dimasukkan gelas minum kemudian di uji dengan alat uji sederhana yang telah disiapkan.
 5. Peranan larutan elektrolit : baterai, accu, oralit.
- B. 2. a. 3-etil-6-metiloktana
b. 2-etil-5-metil-1-nonena
c. 2-metil-3-heksana
 4. a. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHCl}_2 + \text{HCl}$
b. $\text{H}_2\text{C} = \text{CH-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{Br} \end{array}$$

c. $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$

BAB 8

- A. 2. e; 4. d; 6. a; 8. a; 10. d; 12. e; 14. b; 16. b; 18. c; 20. d; 22. d; 24. b; 26. c; 28. e; 30. a
- B. 1. a. oksidasi
b. reduksi
3. a. $\text{Cl} = +3$
b. $\text{Cl} = +5$
5. a. pemakaian dan pengisian accu
b. baterai
c. metode lumpur aktif untuk mengolah air limbah

BAB 9

- A. 1. b; 3. d; 5. d; 7. d; 9. c; 11. c; 13. c; 15. d; 17. c; 19. c; 21. b; 23. b; 25. c; 27. e; 29. d

BAB 10

- A. 2. c; 4. d; 6. e; 8. a; 10. c; 12. e; 14. c; 16. e; 18. c; 20. d; 22. e; 24. e; 26. b; 28. e; 30. a
- B. 1. Cara menghemat bahan bakar minyak dan gas alam:
 - a. menggunakan sepeda atau jalan kaki jika bepergian jarak dekat;
 - b. pemakaian mobil dengan metode *three in one*;
 - c. menggunakan kendaraan umum.
3. bilangan oktan 0 = n-heptana
bilangan oktan 100 = isooktana
5. a. hemat BBM
b. penghijauan

Lampiran

Bilangan oksidasi unsur-unsur dalam senyawanya.

1 1A 1 H +1 -1																	18 8A 2 He						
3 Li +1	2 2A 4 Be +2																	13 3A 5 B +3	14 4A 6 C +4 +2 -4	15 5A 7 N +5 +4 +3 +2 +1 -3	16 6A 8 O +2 -1 -2	17 7A 9 F -1	10 Ne
11 Na +1	12 Mg +2																	13 Al +3	14 Si +4 -4	15 P +5 +3 -3	16 S +6 +4 +2 -2	17 Cl +7 +6 +5 +4 +3 +1 -1	18 Ar
19 K +1	20 Ca +2	3 3B 21 Sc +3	4 4B 22 Ti +4 +3 +2	5 5B 23 V +5 +4 +3 +2	6 6B 24 Cr +6 +5 +4 +3 +2	7 7B 25 Mn +7 +6 +5 +4 +3 +2	8 26 Fe +3 +2	9 8B 27 Co +3 +2	10 28 Ni +2	11 1B 29 Cu +2 +1	12 2B 30 Zn +2	31 Ga +3	32 Ge +4 -4	33 As +5 +3 -3	34 Se +6 +4 -2	35 Br +5 +3 +1 -1	36 Kr +4 +2						
37 Rb +1	38 Sr +2	39 Y +3	40 Zr +4	41 Nb +5 +4	42 Mo +6 +5 +4 +3	43 Tc +7 +6 +5 +4	44 Ru +8 +6 +5 +4 +3	45 Rh +4 +3 +2	46 Pd +4 +2	47 Ag +1	48 Cd +2	49 In +3	50 Sn +4 +2	51 Sb +5 +3 -3	52 Te +6 +4 -2	53 I +7 +5 +1 -1	54 Xe +6 +4 +2						
55 Cs +1	56 Ba +2	57 La +3	72 Hf +4	73 Ta +5	74 W +6 +5 +4	75 Re +7 +6 +5 +4	76 Os +8 +7 +6 +5 +4	77 Ir +4 +3 +2	78 Pt +4 +3 +2	79 Au +3 +2 +1	80 Hg +2 +1	81 Tl +3 +2 +1	82 Pb +4 +3 +2	83 Bi +5 +4 +3	84 Po +2	85 At -1	86 Rn						

Sumber: Kimia Dasar Konsep-konsep Inti

Daftar Unsur beserta Lambang dan Massa Atomnya*

Unsur	Lambang	Nomor Atom	Massa Atom [†]	Unsur	Lambang	Nomor Atom	Massa Atom [†]
Aktinium	Ac	89	(227)	Mendelevium	Md	101	(256)
Aluminium	Al	13	26,98	Merkuri	Hg	80	200,6
Americium	Am	95	(243)	Molibdenum	Mo	42	95,94
Antimon	Sb	51	121,8	Neodimium	Nd	60	144,2
Argon	Ar	18	39,95	Neon	Ne	10	20,18
Arsenik	As	33	74,92	Neptunium	Np	93	(237)
Astatin	At	85	(210)	Nikel	Ni	28	58,69
Barium	Ba	56	137,3	Niobium	Nb	41	92,91
Berkelium	Bk	97	(247)	Nitrogen	N	7	14,01
Berilium	Be	4	9,012	Nobelium	No	102	(253)
Bismuth	Bi	83	209,0	Osmium	Os	76	190,2
Bohrium	Bh	107	(262)	Oksigen	O	8	16,00
Boron	B	5	10,81	Paladium	Pd	46	106,4
Bromin	Br	35	79,90	Fosforus	P	15	30,97
Kadmium	Cd	48	112,4	Platinum	Pt	78	195,1
Kalsium	Ca	20	40,08	Plutonium	Pu	94	(242)
Kalifornium	Cf	98	(249)	Polonium	Po	84	(210)
Karbon	C	6	12,01	Kalium	K	19	39,10
Serium	Ce	58	140,1	Praseodimium	Pr	59	140,9
Sesium	Cs	55	132,9	Promethium	Pm	61	(147)
Klorin	Cl	17	35,45	Protaktinium	Pa	91	(231)
Kromium	Cr	24	52,00	Radium	Ra	88	(226)
Kobalt	Co	27	58,93	Radon	Rn	86	(222)
Tembaga	Cu	29	63,55	Rhenium	Re	75	186,2
Kurium	Cm	96	(247)	Rhodium	Rh	45	102,9
Dubnium	Db	105	(260)	Rubidium	Rb	37	85,47
Disprosium	Dy	66	162,5	Ruthenium	Ru	44	101,1
Einsteinium	Es	99	(254)	Rutherfordium	Rf	104	(257)
Erbium	Er	68	167,3	Samarium	Sm	62	150,4
Europium	Eu	63	152,0	Skandium	Sc	21	44,96
Fermium	Fm	100	(253)	Seaborgium	Sg	106	(263)
Fluorin	F	9	19,00	Selenium	Se	34	78,96
Fransium	Fr	87	(223)	Silikon	Si	14	28,09
Gadolinium	Gd	64	157,3	Perak	Ag	47	107,9
Galium	Ga	31	69,72	Natrium	Na	11	22,99
Germanium	Ge	32	72,59	Strontium	Sr	38	87,62
Emas	Au	79	197,0	Belerang	S	16	32,07
Hafnium	Hf	72	178,5	Tantalum	Ta	73	180,9
Hassium	Hs	108	(265)	Teknetium	Tc	43	(99)
Helium	He	2	4,003	Telurium	Te	52	127,6
Holmium	Ho	67	164,9	Terbium	Tb	65	158,9
Hidrogen	H	1	1,008	Thallium	Tl	81	204,4
Indium	In	49	114,8	Thorium	Th	90	232,0
Iodin	I	53	126,9	Thulium	Tm	69	168,9
Iridium	Ir	77	192,2	Timah	Sn	50	118,7
Besi	Fe	26	55,85	Titanium	Ti	22	47,88
Kripton	Kr	36	83,80	Tungsten	W	74	183,9
Lanthanum	La	57	138,9	Uranium	U	92	238,0
Lawrensium	Lr	103	(257)	Vanadium	V	23	50,94
Timbal	Pb	82	207,2	Xenon	Xe	54	131,3
Lithium	Li	3	6,941	Ytterbium	Yb	70	173,0
Lutetium	Lu	71	175,0	Yttrium	Y	39	88,91
Magnesium	Mg	12	24,31	Seng	Zn	30	65,39
Mangan	Mn	25	54,94	Zirkonium	Zr	40	91,22
Meitnerium	Mt	109	(266)				

*Semua massa atom memiliki empat angka signifikan. Nilai-nilai ini diperoleh dari the Committee on Teaching of Chemistry, International Union of Pure and Applied Chemistry.

*Nilai aproksimasi massa atom untuk unsur radioaktif diberikan dalam tanda kurung.

1 1A	2 2A	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7A	8	9	10	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H 1,008	2 He 4,003																
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	58 Hf 178,5	59 Ta 180,9	60 W 183,9	61 Re 186,2	62 Os 190,2	63 Ir 192,2	64 Pt 195,1	65 Au 197,0	66 Hg 200,6	67 Tl 204,4	68 Pb 207,2	69 Bi 209,0	70 Po (210)	71 At (210)	72 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	90 Th (232)	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)	

24
Cr
52,00

Nomor atom

Massa atom

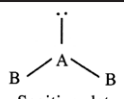
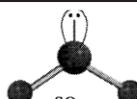
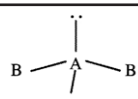
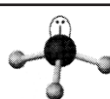
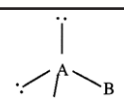
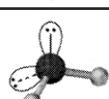
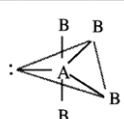
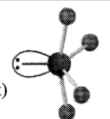
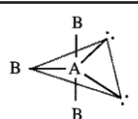

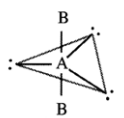

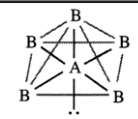
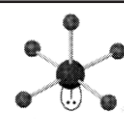
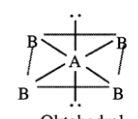
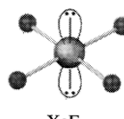
Logam

Metaloid

Nonlogam

Penamaan golongan 1–18 telah direkomendasikan oleh the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) tetapi belum banyak digunakan. Dalam buku ini kita menggunakan notasi Amerika Serikat untuk nomor golongan (1A–8A dan 1B–8B). Unsur-unsur 110–112 dan unsur 114 belum memiliki nama. Unsur 113 dan unsur 115–118 belum disintesis hingga saat ini.

Geometri Molekul dan Ion sederhana yang Atom Pusatnya Memiliki Satu atau Lebih Pasangan Elektron Bebas

Kelompok Molekul	Jumlah Total Pasangan Elektron	Jumlah Pasangan Elektron Ikatan	Jumlah Pasangan Elektron Bebas	Susunan Pasangan Elektron	Geometri	Contoh
AB_2E	3	2	1	 Segitiga datar	Menekuk	 SO_2
AB_3E	4	3	1	 Tetrahedral	Segitiga piramida	 NH_3
AB_2E_2	4	2	2	 Tetrahedral	Menekuk	 H_2O
AB_4E	5	4	1	 Segitiga bipiramida	Tetrahedran terdistorsi (atau jungkat-jungkit)	 SF_4
AB_3E_2	5	3	2	 Segitiga bipiramida	Bentuk-T	 ClF_3
AB_2E_3	5	2	3	 Segitiga bipiramida	Linear	 I_3^-
AB_5E	6	5	1	 Oktahedral	Segiempat piramida	 BrF_5
AB_4E_2	6	4	2	 Oktahedral	Segiempat datar	 XeF_4

Indeks

A

Afinitas elektron, 51
Alkana, 165
Alkena, 167
Alkuna, 169
Anion, 48
Antoine Lavoisier, 95
Atom, 23

B

Bahan bakar, 183
Bensin, 183
Bilangan oksidasi, 149
Butana, 165

C

Campuran, 8

D

Distilasi bertingkat, 183
Dmitri Mendeleev, 44

E

Efek rumah kaca, 185
Elektrolit, 135
Ernest Rutherford, 25
Etana, 165
Etena, 167
Etuna, 169

F

Fraksi, 182

G

Golongan, 45

H

Henry Moseley, 28
Hidrokarbon, 162

Jenuh, 162

Tak jenuh, 162

Hipotesis Avogadro, 110

Hujan asam, 186

I

Ikatan ion, 65

Kovalen, 67

Kovalen koordinasi, 70

Kovalen nonpolar, 67

Kovalen polar, 68

Kovalen rangkap dua, 68

Kovalen rangkap tiga, 68

Kovalen tunggal, 68

Logam, 71

Isobar, 31

Isomer, 170

Isotop, 30

Isoton, 32

J

Jari-jari atom, 49

J.J. Thomsom, 23

James Chadwick, 23

John Newlands, 43

Johann Dobereiner, 42

John Dalton, 23

K

Keelektronegatifan, 52

Koloid, 8

Konfigurasi elektron, 46

L

Lambang titik Lewis, 67

Larutan Elektrolit, 133

Nonelektrolit, 134

Lothar Meyer, 43

M

Molar 114
MTBE (*Metil Tertier Butil Eter*), 184
Metode ilmiah, 12
 Lumpur aktif, 151
Minyak bumi, 182
Model atom Bohr, 27
 Rutherford, 25
 Thomson, 24
Mol, 113
 Unsur, 5
 Senyawa, 7

N

neutron, 22
Niels Bohr, 28
Nomor atom (Z), 28
Nomor massa (A), 29

O

Oksidasi, 11

P

Pereaksi pembatas, 121
Periode, 46
Pertamax, 184
 plus, 184

Postulat Bohr, 27
Premium, 184
Propana, 165

R

Reaksi autoreduksi, 150
 disproporsionasi, 150
 eliminasi, 150
 oksidasi, 146
Reduksi, 147
Rumus empiris, 123
 Molekul, 123

S

Spektrum diskontinu, 28
 Kontinu, 28

T

Tabung sinar katoda, 24
TEL (*Tetra Etil Lead*), 184
Titik didih, 168

U

Unsur, 5

V

Volume Molar, 116

KIMIA

UNTUK SMA/MA KELAS X

ISBN 979-979-068-179-8
979-979-068-181-1

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2007 Tanggal 25 Juni 2007 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp10.535,-